



Universidad
Carlos III de Madrid

Departamento de Tecnología Electrónica

PROYECTO FIN DE CARRERA

AYUDA VISUAL BASADA EN UN SISTEMA ELECTRÓNICO DE MAGNIFICACIÓN NO LINEAL

Ingeniería Industrial

Autor: Eva Romero Torres

Tutor: Juan Carlos Torres Zafra

Leganés, octubre de 2011

Título: AYUDA VISUAL BASADA EN UN SISTEMA ELECTRÓNICO DE
MAGNIFICACIÓN NO LINEAL

Autor: Eva Romero Torres

Director: Juan Carlos Torres Zafra

EL TRIBUNAL

Presidente: _____

Vocal: _____

Secretario: _____

Realizado el acto de defensa y lectura del Proyecto Fin de Carrera el día __ de _____
de 20__ en Leganés, en la Escuela Politécnica Superior de la Universidad Carlos III de
Madrid, acuerda otorgarle la CALIFICACIÓN de

VOCAL

SECRETARIO

PRESIDENTE

Agradecimientos

Agradezco en primer lugar al departamento de Tecnología Electrónica, en especial a Juan Carlos Torres Zafra y a Ricardo Vergaz Benito, la oportunidad que me han brindado de poder realizar este proyecto. También les quiero animar para que sigan realizando proyectos tan bonitos y útiles para personas con discapacidad.

Agradezco a Carlos Barranco toda la ayuda ofrecida en la realización de este proyecto, también le agradezco todo el apoyo, ánimos y buenos momentos compartidos a lo largo de todo este tiempo.

Agradezco también a toda mi familia el apoyo, paciencia y comprensión ofrecida durante tantos años de estudio.

Por último, también quiero agradecer a todos los compañeros de clase que me han acompañado y ayudado a lo largo de mis estudios, en especial a Carlos, Manuel, Elena y Toni.

Resumen

Este proyecto se basa en la implementación de una ayuda óptica para personas que poseen baja visión. Concretamente la ayuda que se pretende desarrollar en este trabajo es electrónica y está basada en sistemas de magnificación no lineal.

Este tipo de magnificación electrónica no existe comercialmente. Por esta razón se ha decido realizar este proyecto fin de carrera y por ello es necesaria la realización de ensayos clínicos posteriores con pacientes para poder verificar su utilidad.

Cada uno de los pacientes tiene necesidades distintas, dependiendo de la actividad que deseen realizar. Por ello y pensando en el optometrista, que es la persona encargada de diseñar y evaluar los ensayos clínicos, se ha implementado una interfaz gráfica amigable que permita variar gran cantidad de los parámetros posibles para obtener la magnificación óptima en cada caso.

Palabras clave: baja visión, discapacidad visual, magnificación no lineal, patologías, ayudas visuales.

Índice general

Capítulo 1: Introducción y objetivos	1
1.1 Qué es la discapacidad visual.....	1
1.2 Patologías que provocan la baja visión	2
1.3 Ayudas visuales comerciales.....	5
1.4 Objetivos	10
1.5 Estructura de la memoria.....	11
Capítulo 2: Descripción del sistema	13
2.1 Diagrama de bloques general	13
2.2 Sistema de adquisición	14
2.3 Procesamiento de las imágenes	16
2.4 Sistema de representación gráfica	17
2.5 Algoritmos.....	17
Capítulo 3: Magnificación	19
3.1 Qué es la magnificación	19
3.2 Magnificación lineal.....	20
3.3 Magnificación no lineal.....	21
3.3.1 Una dimensión.....	22
3.3.2 Dos dimensiones	24
3.4 Magnificación híbrida	27

Capítulo 4: Algoritmos de magnificación.....	29
4.1 Estructura general.....	29
4.1.1 Capturar imagen	30
4.1.2 Transformación de la imagen	31
4.1.3 Filtro	33
4.1.4 Representación	34
4.2 Amplificación lineal.....	34
4.3 Amplificación ortogonal	36
4.4 Amplificación cuadrada	38
4.5 Amplificación circular.....	39
4.6 Amplificación ojo de pez	41
Capítulo 5: Interfaz gráfica	43
Capítulo 6: Resultados experimentales.....	53
6.1 Lineal.....	53
6.2 Cuadrado	55
6.3 Ortogonal.....	59
6.4 Círculo.....	61
6.5 Ojo de pez	63
Capítulo 7: Conclusiones y trabajos futuros.....	65
Capítulo 8: Presupuesto	67
Referencias	71
Anexo 1	73
Anexo 2	81

Índice de figuras

Capítulo 1: Introducción y objetivos

Figura 1.1 Visión con miopía y corrección con lente [Mol]	3
Figura 1.2 Visión con hipermetropía y corrección con lente [Mol]	3
Figura 1.3 Ojo sin astigmatismo y ojo con astigmatismo [OSA].....	3
Figura 1.4 Ojo normal y ojo afectado por cataratas [Oli00]	4
Figura 1. 5 Ojo normal y ojo con glaucoma [SALUD].....	4
Figura 1.6 Diagrama de la proporción que afecta cada patología a la población mundial que posee baja visión.	5
Figura 1.7 (De izquierda a derecha y de arriba abajo) Teléfono con números grandes y marcación rápida asociada a imágenes, naipes tamaño grande, atril, bastón y reloj con voz [MAGNI].....	6
Figura 1.8 Gafas de gran aumento [MAGNI]	6
Figura 1.9 Lupa [MAGNI]	7
Figura 1.10 Lupa con soporte [MAGNI]	7
Figura 1.11 Gafas telescópica. [MAGNI]	7
Figura 1.12 Telemicroscopio [COP]	8
Figura 1.13 Filtro óptico para radiación ultravioletas [MAGNI]	8
Figura 1.14 Lupa Mobilux Digital [ESCHEN]	9
Figura 1.15 Lupa Amigo [ENHAN]	9
Figura 1.16 Lupa Magni Book TV [ESCHEN].....	10

Capítulo 2: Descripción del sistema

Figura 2.1 Diagrama de bloques del sistema.....	14
Figura 2.2 Cámara Minoru 3D	15

Capítulo 3: Magnificación

Figura 3.1 Magnificación lineal	20
Figura 3.2 Ejemplo de magnificación lineal [CAM].....	21
Figura 3.3 Magnificación no lineal	22
Figura 3.4 Magnificación no lineal en una dimensión	23
Figura 3.5 Magnificación no lineal en dos dimensiones	24
Figura 3.6 Magnificación ortogonal [KR+96]	25
Figura 3.7 Ojo de pez [KR+96].....	26
Figura 3.8 Bi-Radial [KR+96]	27
Figura 3.9 Magnificación híbrida [KR+96]	27

Capítulo 4: Algoritmos

Figura 4.1 Diagrama de bloques del algoritmo general	30
Figura 4.2 Matriz de transformación.....	32
Figura 4.3 Matrices Pos_Xo y Pos_Xf.....	32
Figura 4.4 Imagen original (izquierda) e imagen final transformada (derecha).....	33
Figura 4.5 Imagen amplificada, con filtro (izquierda) y sin filtro (derecha).....	33
Figura 4.6 Vector Pos_Xo.....	35
Figura 4.7 Vector Pos_Xf.....	35
Figura 4.8 Vector Pos_Xf.....	35
Figura 4.9 Vector Pos_Yf.....	35
Figura 4.10 Transformación lineal con aumento 2.....	35
Figura 4.11 Función de la tangente hiperbólica [KR+96].....	36
Figura 4.12 Vector vertical al cual se va a aplicar la tangente hiperbólica	37
Figura 4.13 Vector vertical resultado de aplicar al vector de la figura 4.11 la tangente hiperbólica, multiplicar por 10 y redondear	37
Figura 4.14 Vector horizontal al cual se va a aplicar la tangente hiperbólica.....	37
Figura 4.15 Vector horizontal resultado de aplicar al vector de la figura 4.14 la tangente hiperbólica, multiplicar por 10 y redondear	38
Figura 4.16 Transformación de cuadrado.....	38
Figura 4.17 Vector transformación del eje horizontal.....	38

Figura 4.18 Vector de transformación del eje vertical.....	39
Figura 4.19 Transformación circular.....	39
Figura 4.20 Matriz de transformación circular.....	40

Capítulo 5: Interfaz gráfica

Figura 5.1 Diagrama de bloques de la interfaz gráfica.....	44
Figura 5.2 Primera vista de la interfaz gráfica	45
Figura 5.3 Selección de magnificación lineal	46
Figura 5.4 Selección de magnificación cuadrada.....	47
Figura 5.5 Selección de magnificación ortogonal.....	48
Figura 5.6 Selección de magnificación ortogonal.....	49
Figura 5.7 Selección de magnificación ortogonal.....	50
Figura 5.8 Selección del color y contraste	51

Capítulo 6: Resultados experimentales

Figura 6.1 Magnificación lineal 100x70 ampliación 3.....	54
Figura 6.2 Magnificación lineal 100x70 ampliación 3, blanco y negro.....	54
Figura 6.3 Magnificación lineal 100x70 ampliación 5.....	54
Figura 6.4 Magnificación lineal 100x70 ampliación 5, blanco y negro.....	55
Figura 6.5 Magnificación cuadrada 20(8), 40(4) y resto 1.....	56
Figura 6.6 Magnificación cuadrada 20(8), 40(4) y resto 1 en blanco y negro	56
Figura 6.7 Magnificación cuadrada 20(8), 40(4) y resto 1 en negro y blanco inverso.....	57
Figura 6.8 Magnificación cuadrada 20(10), 40(3) y resto 2.....	58
Figura 6.9 Magnificación cuadrada 20(10), 40(3) y resto en blanco y negro inverso 33%	58
Figura 6.10 Magnificación cuadrada 20(10), 40(3) y resto 2 en blanco y negro inverso 60% ...	59
Figura 6.11 Magnificación ortogonal 50x50 (0.2x1)	60
Figura 6.12 Magnificación ortogonal 50x50 (0.02x0.5)	60
Figura 6.13 Magnificación circular horizontal 25(5), 35(3)	61
Figura 6.14 Magnificación circular horizontal 25(5), 35(3) en blanco y negro	61
Figura 6.15 Magnificación circular vertical 25(5), 35(3).....	62
Figura 6.16 Magnificación circular vertical 25(5), 35(3) en blanco y negro	62
Figura 6.17 Magnificación ojo de pez vertical 51x51(0.1)	63
Figura 6.18 Magnificación ojo de pez vertical 51x51(0.1) en blanco y negro inverso	63
Figura 6.19 Magnificación ojo de pez horizontal 51x51(0.1)	64
Figura 6.20 Magnificación ojo de pez horizontal 51x51(0.1) en blanco y negro inverso.....	64

Capítulo 8: Presupuesto

Figura 7.1 Diagrama de Gantt.....	68
-----------------------------------	----

Capítulo 1

Introducción y objetivos

1.1 Qué es la discapacidad visual

La discapacidad es cualquier restricción o carencia de la capacidad de realizar una actividad en la misma forma o grado que se considera normal para un ser humano. De esta manera la discapacidad visual es la carencia, disminución o defectos de la visión. [OMS+11]

Dentro de la definición de discapacidad visual hay distintas clasificaciones:

- Baja visión: una persona con baja visión es aquella que aun después de tratamiento médico, cirugía y/o corrección óptica común (gafas o lentes de contacto), tiene visión de 0.3 en el mejor ojo o un campo visual inferior al 10° desde el punto de fijación. Dentro del término de baja visión se podría hacer otra clasificación formada por la discapacidad visual moderada y la discapacidad visual grave dependiendo del grado de visión que la persona posea. [OMS+11]
- Ceguera: una persona posee ceguera cuando carece de visión, incluso de la percepción de luz, de uno o los dos ojos.

En el mundo existen 285 millones de personas con discapacidad visual, de las cuales 39 millones son ciegas y 246 millones presentan baja visión. [OMS+11]

En España hay aproximadamente 2 millones de españoles con problemas de visión debido a problemas de retina y 60000 personas con problemas de visión por diferentes causas y en diferentes niveles. [OMS+11]

Muchas de las enfermedades relacionadas con la baja visión tienden a manifestarse en edades avanzadas, habiendo así mayor incidencia de baja visión en ancianos que en otros grupos de edades. Una de cada seis personas mayores de 45 años tiene alguna forma de deficiencia visual, y en mayores de 75 años uno de cada cuatro. [IOBA]

Se estima que en el año 2020 habrá 75 millones de personas ciegas debido al envejecimiento de la población, a la falta de prevención y a los pocos medios económicos que poseen en los países en vías de desarrollo. Por ello entre las principales necesidades se encuentra la de fomentar la investigación. [OMS+11]

A continuación se describen las distintas patologías que provocan la baja visión y ayudas técnicas comerciales existentes.

1.2 Patologías que provocan la baja visión

La baja visión puede resultar por una alteración en el nacimiento, por un accidente o por una enfermedad.

A continuación se citan las principales patologías que provocan discapacidad visual:

- Errores de refracción: estos son la miopía, hipermetropía o astigmatismo no corregidos. Afectan al 43% de la población mundial.
 - Miopía: se produce cuando el punto focal se forma delante de la retina en lugar de en la misma retina como sería normal. A continuación, en la *Figura 1.1*, se muestra una imagen donde se puede apreciar la diferencia entre el enfoque en un ojo con miopía y el enfoque en un ojo con miopía corregido con una lente.

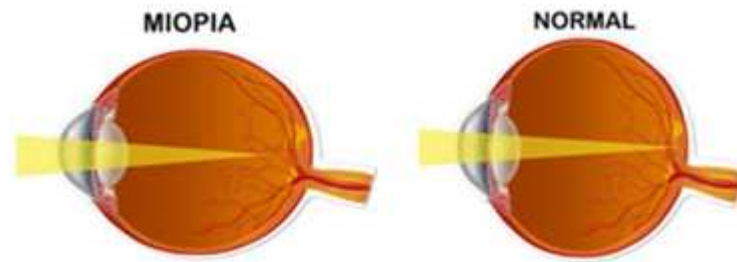


Figura 1.1 Visión con miopía y corrección con lente [Mol]

- Hipermetropía: se produce cuando la imagen se forma por detrás de la retina. Es el estado refractivo justo contrario a la miopía. En la *Figura 1.2* se muestra el enfoque de un ojo con hipermetropía y el de un ojo con hipermetropía corregido con una lente.

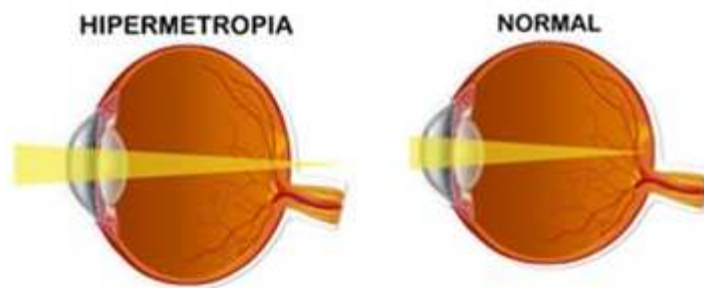


Figura 1.2 Visión con hipermetropía y corrección con lente [Mol]

- Astigmatismo: es un problema en la curvatura de la córnea. Es un achatamiento de los polos de la superficie esférica que es la córnea, produciendo distintos radios de curvatura en el eje del ojo. Cuando la luz llega a la córnea, la imagen obtenida es poco nítida y distorsionada. En la *Figura 1.3* se puede observar el enfoque de un ojo con visión normal y con astigmatismo.



Figura 1.3 Ojo sin astigmatismo y ojo con astigmatismo [OSA]

- Cataratas: es la opacificación del cristalino normal que existe en el interior del ojo. Su desarrollo está relacionado con el proceso de envejecimiento ocular, con enfermedades sistémicas como la diabetes, algunos tratamientos con medicamentos, traumatismos oculares, cirugías oculares, enfermedades de los ojos y exposición sin protección a la luz del sol.

Algunos de los síntomas son una disminución progresiva no dolorosa de visión, sensibilidad a la luz, modificación frecuente de la graduación de las gafas y atenuación en la visión de los colores.

El grado de afectación de la función visual es variable, y depende de la intensidad y localización de la opacidad. Las cataratas afectan al 33% de la población mundial. [OMS+11]

En la *Figura 1.4* se muestra cómo es el cristalino en un ojo normal y en uno afectado con cataratas.

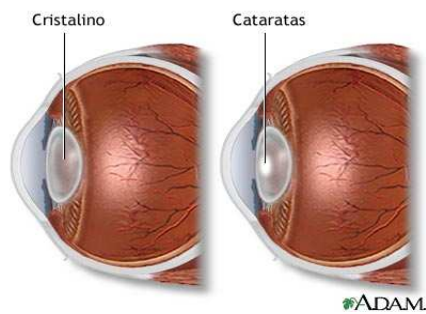


Figura 1.4 Ojo normal y ojo afectado por cataratas [Oli00]

- Glaucoma: engloba un grupo de enfermedades que provocan un daño progresivo en el nervio óptico. Con la edad su incidencia crece y el campo visual disminuye. El glaucoma provoca pérdidas de fibras nerviosas, formando un hueco en el interior del nervio. Afecta al 2% de la población mundial. [IMO]

En la *Figura 1. 5* se muestra como se ve afectado un ojo con glaucoma y un ojo con visión normal.

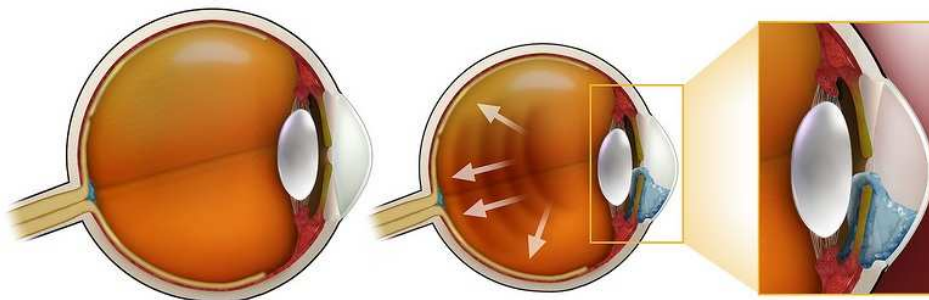


Figura 1. 5 Ojo normal y ojo con glaucoma [SALUD]

En la *Figura 1.6*, se muestra un gráfico con la proporción de patologías que afectan a la baja visión. Como se puede observar los errores de refracción no corregidos constituyen la causa más importante de la baja visión. [OMS+11]

Distribución de baja visión según la patología

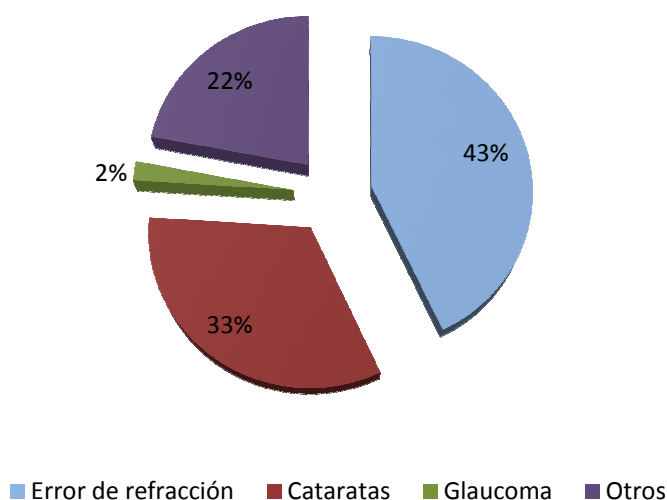


Figura 1.6 Diagrama de la proporción que afecta cada patología a la población mundial que posee baja visión.

Las personas que poseen baja visión mantienen una visión útil que puede ser mejorada con rehabilitación visual y ayudas ópticas.

1.3 Ayudas visuales comerciales

Se entiende como ayuda de baja visión a cualquier aparato técnico específico para mejorar la visión aprovechando la visión útil restante. Estas ayudas no son perjudiciales por el hecho de utilizar la visión restante, son incluso aconsejables para mantener el sistema visual activo.

Las ayudas disponibles para personas con problemas de baja visión se pueden clasificar en dos grupos, las ayudas ópticas y no ópticas. La cantidad de ayudas ópticas es muy numerosa debido a que no hay una sola ayuda que mejore la visión en cualquier circunstancia.

- Ayudas no ópticas: existen gran variedad de ayudas no ópticas como pueden ser textos magnificados, relojes parlantes, atriles, bastones o cartas de mesa tamaño grande. [IOBA]

En la *Figura 1.7* se muestran algunos ejemplos de ayudas no ópticas existentes.



Figura 1.7 (De izquierda a derecha y de arriba abajo) Teléfono con números grandes y marcación rápida asociada a imágenes, naipes tamaño grande, atril, bastón y reloj con voz [MAGNI]

- Ayudas ópticas: son aquellas que utilizan lentes o combinación de lentes para proporcionar magnificación. No se deben confundir con las gafas convencionales. [IOBA]
- Gafas de gran aumento: son aquellas gafas que tienen una potencia mayor que las convencionales. Se utilizan para trabajos de cerca y permiten sujetar la tarea con ambas manos. Por lo general tienen aumento de 2x. En la *Figura 1.8* se muestra una gafa de gran aumento.



Figura 1.8 Gafas de gran aumento [MAGNI]

- Lupa de mano: permite sostener el material de lectura a una distancia normal, habiendo disponibles diferentes aumentos y tamaños dependiendo de la tarea a realizar. Son familiares para los pacientes y es la ayuda de baja visión más conocida. Su aumento puede ser desde 1,75x a 4x. En la *Figura 1.9* se muestra como es una lupa con soporte.



Figura 1.9 Lupa [MAGNI]

- Lupa con soporte: está recomendada en pacientes con dificultad, torpeza o falta de pulso para sostener una ayuda de mano. Se apoya sobre el material de lectura y algunos modelos disponen de luz. El aumento de estas lupas puede ser desde 3x a 12,5x. En la *Figura 1.10* se muestra una lupa con soporte.



Figura 1.10 Lupa con soporte [MAGNI]

- Telescopios: se utilizan para obtener magnificación de lejos, para actividades como el teatro u otros espectáculos. Pueden ser sujetados con la mano o estar montados en gafa. Sus aumentos pueden variar mucho de un modelo a otro, por lo general varían entre 3x y 10x. En la *Figura 1.11* se puede observar cómo son unas gafas telescópicas.



Figura 1.11 Gafas telescópica. [MAGNI]

- Telemicroscopio: son telescopios modificados para cerca. Los aumentos pueden variar entre 2x y 4x. En la *Figura 1.12* se muestra un telemicroscopio.



Figura 1.12 Telemicroscopio [COP]

- Filtros ópticos: permiten controlar el deslumbramiento, realzar el contraste y facilitar la adaptación a la luz. En la *Figura 1.13* se muestra un filtro óptico utilizado para filtrar la radiación ultravioleta.



Figura 1.13 Filtro óptico para radiación ultravioletas [MAGNI]

En los últimos años se están diseñando sistemas electrónicos dirigidos a mejorar las capacidades de visión tanto lejana como cercana, sustituyendo así algunas de las ayudas ópticas y no ópticas tradicionales.

Algunos ejemplos de ayudas electrónicas son magnificadores de imágenes aplicados a ordenadores o sistemas que traducen a palabras informaciones gráficas. A continuación se presentan algunas de las ayudas electrónicas comerciales más extendidas y sus principales características.

- Lupa Mobilux Digital (Eschenbach). Mostrada en *Figura 1.14*.
 - Posibilidad de imagen en color real, contraste en blanco y negro o inverso.
 - Posee dos aumentos 3x y 6x.
 - Función de congelación de imagen.



Figura 1.14 Lupa Mobilux Digital [ESCHEN]

- Lupa portátil Amigo (Enhanced Vision). Mostrada en *Figura 1.15*.
 - Posibilidad de imagen en color real, contrastes en blanco y negro y otras 6 posibilidades de colores.
 - 6 modos de visualización con distinto contraste y brillo.
 - Aumentos desde 3,5x a 14x.
 - Función de congelación de imagen.
 - Pantalla con posibilidad de apoyo e inclinación regulable para facilitar la lectura y escritura.
 - Posibilidad de conectar a una pantalla para mayor magnificación.



Figura 1.15 Lupa Amigo [ENHAN]

- Lupa Magni Book TV (Magnicenter). Mostrada en *Figura 1.16*.
 - Posibilidad de contraste en blanco y negro o inverso.
 - El aumento depende de la dimensión del televisor.
 - Utilizado cuando es necesario un campo visual mayor o mayor aumento.



Figura 1.16 Lupa Magni Book TV [ESCHEN]

Los productos anteriores son sólo una pequeña muestra de las ayudas electrónicas que hay disponibles en el mercado ya que hay numerosos productos distintos y de distintos fabricantes.

1.4 Objetivos

Se pretende diseñar una ayuda óptica que facilite algunas de las tareas cotidianas que llevan a cabo las personas con baja visión. Una herramienta que ayude a leer y con la cual las personas con baja visión puedan afrontar con éxito ciertas tareas de la vida cotidiana, tales como ver etiquetas, precios y fechas de caducidad de los distintos productos o poder entender un mapa, plano de metro o cartel.

El objetivo principal del proyecto es el diseño e implementación de una ayuda óptica electrónica para personas con baja visión. Concretamente, consiste en el diseño de un magnificador no lineal que permita la ampliación de imágenes y textos para que puedan ser leídos por personas con baja visión.

Al ser una magnificación no lineal, ofrece la posibilidad de aumentar más una zona de la imagen que otra, con el fin de no perder la percepción general del texto o imagen. La decisión de llevar a cabo este proyecto es debido a la carencia de un magnificador electrónico comercial que ofrezca la posibilidad de magnificación no lineal.

Además de la magnificación no lineal, se ofrece la posibilidad de seleccionar entre escala de grises, aumento del contraste y todas las combinaciones posibles de representación con diferentes colores. También se permite la variación del porcentaje del contraste.

Con la finalidad de comprobar la eficacia del magnificador no lineal, sería necesaria la realización de ensayos clínicos con pacientes que posean baja visión. Por esta razón y porque no todos los pacientes tienen las mismas necesidades, se intenta crear una interfaz amigable y flexible con la opción de poder variar todos los parámetros de forma sencilla. Algunas de estas opciones son poder seleccionar entre distintos tipos de magnificación, distinto grado de ampliación, distintos colores y distinto grado de contraste.

1.5 Estructura de la memoria

El primer capítulo está destinado a dar una breve introducción sobre el problema que se va a tratar, la baja visión. Se muestran las principales patologías que la producen y las ayudas existentes en el mercado. A partir de la definición del problema se describen los objetivos del proyecto.

El segundo capítulo describe los diferentes bloques de los que consta el proyecto. Dentro de cada bloque se explica qué función desempeñan, los requerimientos necesarios y el equipo utilizado en la implementación.

En el tercer capítulo se muestra la clasificación de los tipos de magnificaciones y dentro de cada tipo se describen algunas de las funciones existentes para llevar a cabo estas transformaciones.

En el capítulo cuarto se describen los algoritmos que han sido implementados.

En el capítulo cinco se muestra la interfaz gráfica diseñada, se describe cómo está estructurada, qué parámetros se pueden modificar y su correcto uso.

El capítulo sexto muestra algunos ejemplos de imágenes magnificadas utilizando los distintos métodos, modificando los distintos parámetros.

En el capítulo séptimo se realiza una reflexión acerca de si se cumplen los objetivos previamente definidos y se expondrá alguna posible mejora o trabajo futuro.

En el capítulo octavo se añade un diagrama de Gantt con la evolución temporal del proyecto y el presupuesto con los costes que ha supuesto el proyecto.

Por último se añaden dos anexos, uno de ellos con los algoritmos implementados y el otro con las hojas de características de las cámaras utilizadas.

Capítulo 2

Descripción del sistema

2.1 Diagrama de bloques general

En el siguiente apartado se realiza una pequeña descripción de los principales bloques que van a componer el sistema final completo.

El sistema total consta de cuatro partes claramente diferenciadas, que son las mostradas en la *Figura 2.1*.

Como se puede ver, la primera fase es el “Sistema de adquisición” donde una cámara captura las imágenes. Desde aquí la información es enviada a la fase de “Procesamiento” y junto con los “Algoritmos”, las imágenes son transformadas y mostradas en el “Sistema de representación gráfica”.

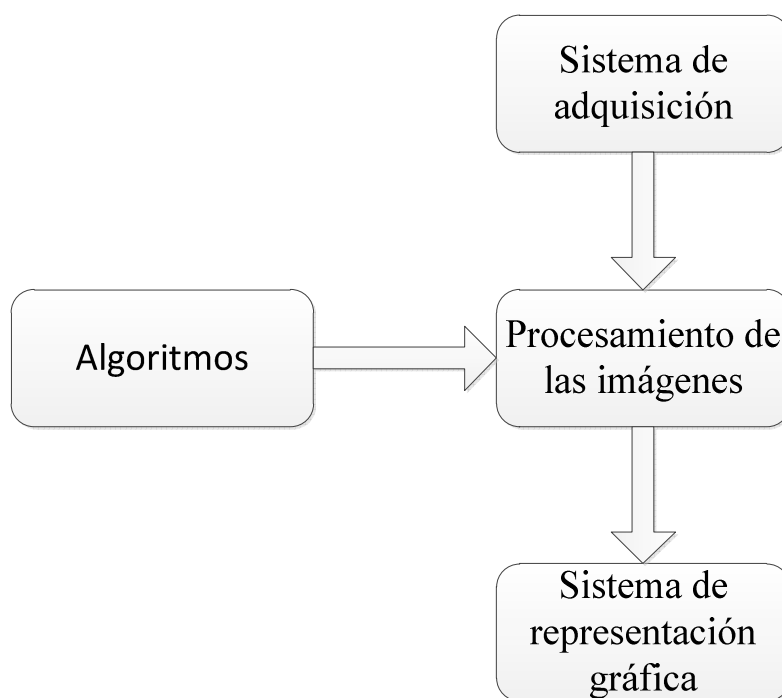


Figura 2.1 Diagrama de bloques del sistema

2.2 Sistema de adquisición

Este bloque es el encargado de capturar las imágenes que se desean ampliar o transformar de alguna manera. Tras la captura de las imágenes, estas pasarán al sistema de procesamiento.

El elemento principal para llevar a cabo la adquisición de imágenes es una cámara. Esta cámara debe ser capaz de poder adquirir un número elevado de imágenes por segundo (aproximadamente 20 imágenes por segundo) para que, al visualizarlas, no se produzcan saltos en las imágenes que se están viendo cuando se mueva la cámara.

En principio no se han descrito requisitos mínimos en las especificaciones de la cámara ya que en primer lugar se desea probar la utilidad de la aplicación. Por ello, de momento, es suficiente cualquier cámara comercial. Cuando se compruebe la utilidad de los algoritmos en los ensayos clínicos, se definirán las características mínimas que debe cumplir.

Para facilitar la lectura es de gran utilidad que la cámara posea un trípode o alguna plataforma donde poder apoyarse. Esto es útil para poder mantener siempre una misma

distancia entre la cámara y la imagen. También es importante en cuanto a la comodidad y la sencillez a la hora de seguir las líneas de un texto.

Otro factor importante a la hora de la captura de imágenes es la iluminación. Es conveniente que el texto que se desea amplificar tenga una iluminación homogénea, sobre todo si se desea ver la imagen en blanco y negro.

La cámara que se ha utilizado en este caso ha sido la Minoru 3D.

En la *Figura 2.2* que se muestra a continuación se observa el apoyo que posee la cámara, lo que facilita el posicionamiento para la lectura.

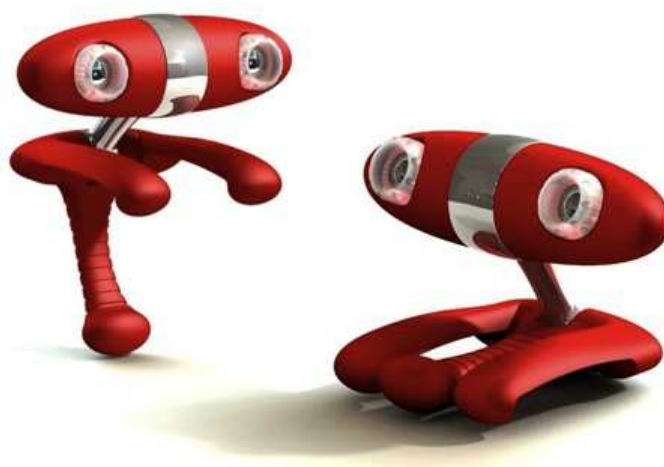


Figura 2.2 Cámara Minoru 3D

Algunas características de la cámara Minoru 3D son:

- Conexión mediante USB 2.0 de alta velocidad.
- 2 x VGA 640x480 CMOS sensor.
- 2 x lentes de ángulo ancho de alta calidad.
- Imagen de 800x600, 640x480, 352x288 y 320x240 píxeles.
- Velocidad de hasta 30fps.
- Consumo de energía menor a 1,5 W en modo de funcionamiento.
- Pedestal Multi-posición.
- Imagen-Anáglifo 3D optimizado (rojo/cian), imagen en imagen (PiP) y 2D estándar.
- Micrófono USB incorporado.
- Compatible con Microsoft Windows XP y Microsoft Windows Vista.

Como se ve en las características dispone de dos sensores CMOS, aunque sólo se va a utilizar uno de ellos.

2.3 Procesamiento de las imágenes

El sistema de procesamiento es el encargado de realizar las modificaciones de las imágenes adquiridas y hacerlas llegar después al sistema de salida.

El objetivo final del sistema es un equipo portable. Como en primer lugar se desean realizar ensayos clínicos en un hospital, es suficiente un ordenador doméstico como sistema de almacenamiento.

Para que la ampliación de las imágenes sea útil debe producirse en tiempo real. Así la persona que la utilice puede mover la cámara y ver inmediatamente la nueva imagen ampliada. Por ello el ordenador debe tener unos requisitos mínimos que permita procesar las imágenes en tiempo real.

Por el momento, el equipo utilizado para el desarrollo del código y las pruebas posteriores ha sido un ordenador Asus A52J, con las siguientes características principales:

- Procesador Intel® Core™ i3-350 2,26 GHz.
- Memoria 4GB (2x2GB) DDR3 1066.
- HD 500GB SATAII 5400.
- VGA: ATI HD 5470.
- VRAM: 1G GDDR3 dedicados.
- Conectividad: 802.11bgn, Gigabit LAN.
- Interfaces: HDMI y 3 USB.

2.4 Sistema de representación gráfica

El sistema de salida es el encargado de mostrar la información procesada y transformada en una pantalla. En este caso el sistema de salida representará una imagen ya ampliada y con las transformaciones que se hayan realizado.

El tamaño máximo de la ampliación va a determinar el tamaño de la pantalla. Cuanto mayor se desee que sea la ampliación, sin perder mucha información de la imagen, mayor tendrá que ser el tamaño de la pantalla.

Este factor de ampliación máximo dependerá en cada caso de las necesidades del paciente, de la enfermedad que posea y de la utilización, ya que no es lo mismo utilizarlo para ver una etiqueta, que leer un libro, que ver un mapa. Por esta razón y al igual que en los otros apartados no se ha definido un tamaño mínimo requerido. Podría ser de 3,5'' o 4'' como en el caso de un móvil. Como una "tablet" de 7'', 8'' o 10'' dependiendo de las necesidades.

El sistema de salida seleccionado en este proyecto es la propia pantalla del ordenador utilizado para el procesamiento de las imágenes. Esta pantalla tiene una dimensión de 15,6'', con retroiluminación LED y una resolución de 1366x768 píxeles.

2.5 Algoritmos

Este es el bloque principal del proyecto. Los algoritmos son los pasos e instrucciones necesarias para realizar las transformaciones de la imagen. Estos pasos necesitan ser escritos en un lenguaje específico que el ordenador pueda entender.

Como ya se ha descrito anteriormente los procesos deben ser en tiempo real y a parte de depender de la velocidad de procesado del ordenador dependen del código.

De esta manera se ha intentado diseñar un código eficiente que tuviera gran velocidad de cómputo para realizar las transformaciones en tiempo real. Para que esto sea posible se han tenido que eliminar operaciones innecesarias y calcular la velocidad para comprobar cuál de las posibilidades utiliza menos recursos o menos operaciones, y por tanto es más rápida.

Para la implementación de los algoritmos se ha utilizado el programa MATLAB (MATrix LABoratory) ya que es una potente herramienta para el cálculo de matrices, lo cual será imprescindible para aplicar una transformación a una imagen.

MATLAB ofrece un entorno de desarrollo integrado con un lenguaje de programación propio, lenguaje M.

Algunas de las prestaciones que ofrece MATLAB y ha hecho que sea posible su uso en este proyecto son la implementación de algoritmos y la posibilidad de creación de interfaces de usuario para facilitar su uso. También posee una amplia toolbox con distintas funciones que son útiles en este proyecto como pueden ser la herramienta de procesamiento de imágenes.

Capítulo 3

Magnificación

3.1 Qué es la magnificación

Se entiende como amplificación al proceso de aumento en apariencia, no en tamaño físico. Este aumento se cuantifica mediante un número.

Por lo general el proceso de magnificación se relaciona con el aumento de imágenes para poder visualizarlas con mayor detalle usando ópticas, técnicas de impresión o procesados digitales, siendo este último el caso que nos ocupa.

Dentro de las técnicas de magnificación podemos realizar la siguiente clasificación:

- Magnificación lineal.
- Magnificación no lineal.

En los siguientes apartados se expone detalladamente cada uno de los tipos de magnificación.

3.2 Magnificación lineal

Magnificación lineal es aquella ampliación en la cual todos los píxeles están aumentados el mismo factor.

En la figura 3.1 se muestra un ejemplo para comprender mejor el concepto de magnificación lineal. En la parte izquierda de la figura se simulan cuatro píxeles de una imagen (a, b, c, d) mientras que en la parte derecha de la imagen se aprecia el resultado de aplicar una transformación lineal de valor x2 a la imagen original.

Como se puede observar, una de las propiedades de la magnificación lineal es que la imagen no se ve deformada ya que mantiene las mismas proporciones.

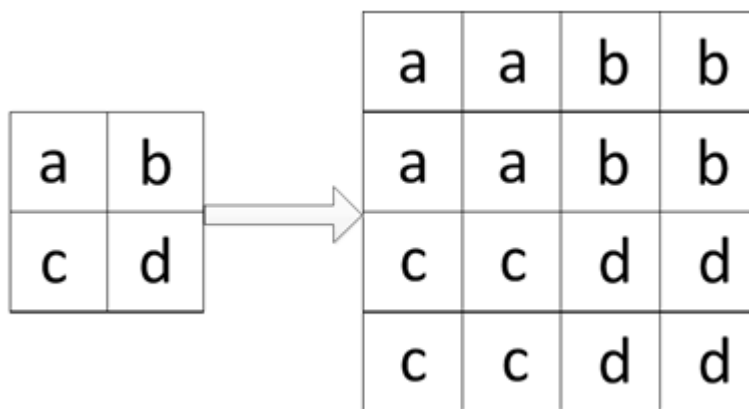


Figura 3.1 Magnificación lineal

Este tipo de magnificación tiene como ventaja que es la técnica de magnificación más familiar, ya que es similar a la imagen percibida a través de una lente magnificadora ordinaria. Aunque también es cierto que en el mundo real nuestra percepción de los objetos no suele seguir este comportamiento. Cuando vemos un objeto nuestra percepción tiende a seguir un proceso gradual y no cambia bruscamente a diferentes niveles de resolución.

Existen desventajas en cuanto a la representación de imágenes magnificadas linealmente. La primera de estas desventajas consiste en que si la imagen ampliada está en una ventana diferente, el usuario se verá forzado a hacer transiciones abruptas entre los niveles cognitivos y de percepción, es decir, el usuario se verá obligado a cambiar la vista de visión normal a mayor resolución y además tendrá que crear una asignación entre los niveles de resolución. [KR+96]

Otra desventaja es que si la imagen ampliada se representa sobre la imagen normal se corre el riesgo de tener un problema de oclusión, es decir, como la imagen ampliada siempre es mayor que la normal puede ocurrir que la imagen ampliada bloquee parcial o totalmente la imagen normal. Esto se puede ver en la *Figura 3.2*. [KR+96]

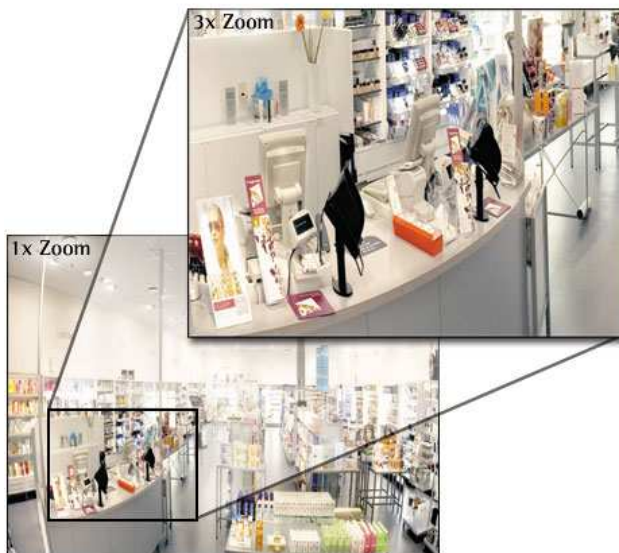


Figura 3.2 Ejemplo de magnificación lineal [CAM]

3.3 Magnificación no lineal

La magnificación no lineal es aquella ampliación en la cual, a diferencia de la magnificación lineal, no todos los píxeles tienen que estar aumentados el mismo factor.

En la *Figura 3.3* se puede ver una representación de la imagen original y la imagen magnificada no linealmente.

Todos los píxeles se encuentran ampliados un factor 2 en el eje vertical, mientras que en el eje horizontal los píxeles a y c están ampliados un factor 2 y los píxeles b y d un factor 3.

Como se puede observar en este caso la imagen no mantiene las proporciones originales, por lo que la imagen se vería deformada.

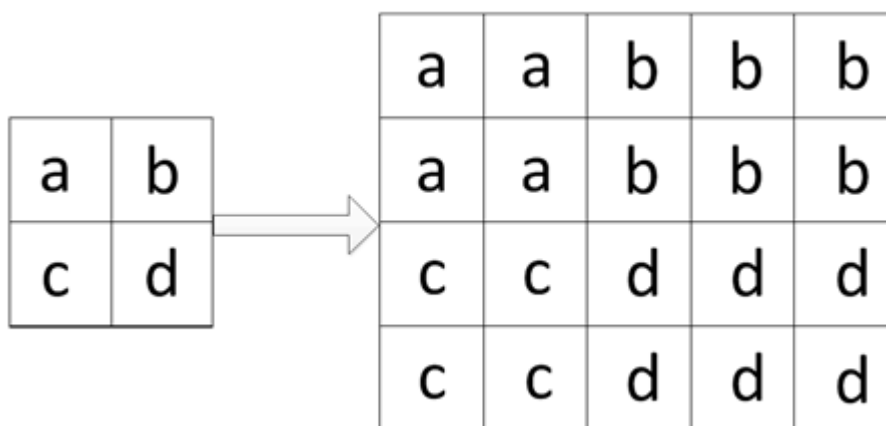


Figura 3.3 Magnificación no lineal

La clasificación de la magnificación no lineal es la siguiente:

- Magnificación en una dimensión.
- Magnificación en dos dimensiones.
 - Ortogonal.
 - Radial (ojo de pez).
 - Bi-radial.

En los siguientes apartados se desarrollan con más detalle los distintos tipos de magnificación no lineal.

3.3.1 Una dimensión

Se entiende por magnificación en una dimensión aquella que realiza una transformación no lineal sólo en uno de los dos ejes.

Cuando se realiza una magnificación de este tipo las transformaciones con respecto a un eje se realizan de forma lineal, es decir, un píxel se aumenta lo mismo que el anterior respecto a ese eje; y en el otro eje se aumenta de forma no lineal, cada píxel no tiene porqué tener el mismo aumento que el anterior ni el siguiente.

Las transformaciones se pueden aplicar a cualquiera de los dos ejes, es decir, se puede aplicar al eje x o al y pero no simultáneamente. A continuación se muestra una imagen aclarativa.

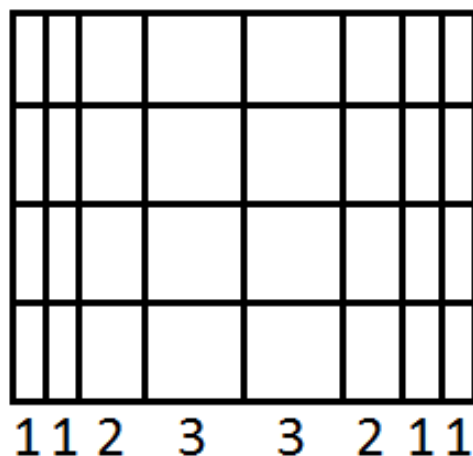


Figura 3.4 Magnificación no lineal en una dimensión

Como se observa en la figura el eje horizontal se transforma no linealmente y el eje vertical tiene el mismo aumento en todos los píxeles.

Para llevar a cabo una transformación no lineal en una dimensión es aconsejable que la función tenga una variación de la pendiente suave a lo largo del dominio. Algunas de las distintas funciones existentes para realizar una magnificación en una dimensión son:

- La fórmula descrita por Sarkar y Brown, la cual aunque no tiene un coste computacional muy alto todas las coordenadas deben ser normalizadas o transformadas al dominio $[0,1]$ antes de aplicar la función. La fórmula consta de un factor d y la variable x que sería la coordenada a la que se aplica la transformación. [KR+96]

$$G(x) = \frac{(d+1)x}{dx+1}$$

- La tangente hiperbólica, a la cual se le puede añadir un factor β para controlar el grado de magnificación. Esta función tiene muy buen comportamiento en un dominio infinito $(-C,C)$. Por tanto esta función, a diferencia de la anterior, no necesita normalización previa. [KR+96]

$$h(x, \beta) = \tanh(x\beta)$$

- Como una modificación de la tangente hiperbólica surge la siguiente función, que produce efectos similares pero con la ventaja de poseer menor coste computacional en algunas máquinas. [KR+96]

$$h(x, \beta) = \frac{2}{1 + e^{-2\beta x}} - 1$$

3.3.2 Dos dimensiones

Magnificación en dos dimensiones es aquella que transforma de forma no lineal los píxeles respecto de los dos ejes. Pueden seguir la misma función con los mismos parámetros en los dos ejes o incluso ser diferentes.

Para obtener una magnificación no lineal en dos dimensiones se puede aplicar directamente alguna de las funciones descritas anteriormente a las dos coordenadas. En la figura siguiente se observa un ejemplo.

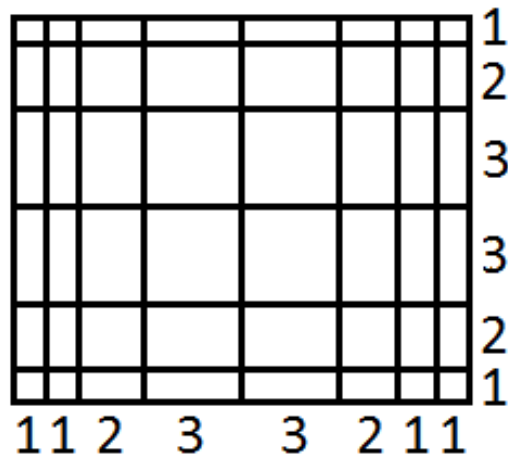


Figura 3.5 Magnificación no lineal en dos dimensiones

Como se puede comprobar en la imagen anterior tanto los píxeles del eje horizontal como los del vertical sufren una transformación no lineal, y a su vez cada eje sufre distinta transformación.

Hay multitud de tipos existentes y a continuación se describen los más comunes.

3.3.2.1 Ortogonal

Es el resultado de aplicar alguno de los métodos de magnificación no lineal a la coordenada x e y de un punto por separado.

Esta transformación mantiene las líneas horizontales y verticales y permite control independiente de los parámetros de magnificación de los ejes x e y pero no mantiene los ángulos relativos al centro de magnificación. [KR+96]

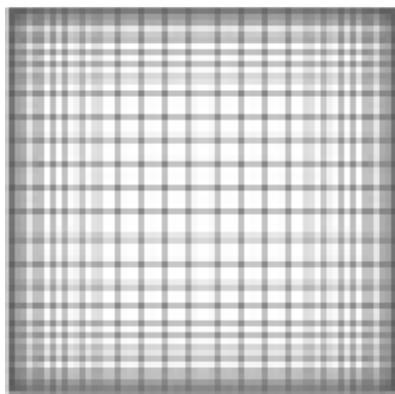


Figura 3.6 Magnificación ortogonal [KR+96]

En la figura anterior se muestra como los píxeles centrales tienen mayor aumento que en los extremos, lo que indica que es no lineal. Como es no lineal en los dos ejes indica que es una transformación en dos dimensiones.

3.3.2.2 Radial (Ojo de pez)

Esta clase de transformación es aplicada en coordenadas polares en lugar de cartesianas, de esta manera se obtiene una transformación radial. Para realizar esta transformación cada punto se puede transformar de la siguiente manera.

1. Suponiendo que H es el centro de magnificación y P el punto a transformar, hallar \hat{P} :

$$\hat{P} = P - H$$

2. Calcular el radio de la coordenada polar de \hat{P} de la siguiente manera:

$$r = \sqrt{\hat{P}_x^2 + \hat{P}_y^2}$$

3. Así, la nueva coordenada es:

$$H + \frac{h(r)}{r} \hat{P}$$

Siendo $h(r)$ una de las ecuaciones anteriormente mencionadas como técnica para realizar magnificaciones no lineales, pero en función del radio r en lugar de la coordenada x .

Esta transformación, al contrario de la ortogonal, mantiene los ángulos relativos al centro de magnificación aunque no mantiene las líneas horizontales ni verticales.

La magnificación de ojo de pez es familiar para la mayoría de los usuarios ya que es análogo a la ampliación que puede obtenerse con una lupa o una gota de agua.

Hay un solo parámetro de magnificación que controla el grado de magnificación en todas las direcciones. [KR+96]

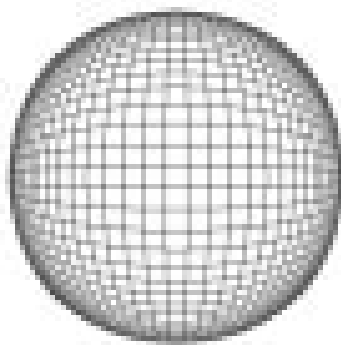


Figura 3.7 Ojo de pez [KR+96]

3.3.2.3 Bi-Radial

Es una combinación de la transformación radial y la ortogonal. Esta transformación se logra calculando la dirección de la misma manera que en el caso radial aunque la magnitud se obtiene de la distancia al centro de magnificación con las transformaciones ortogonales.

Esta transformación conserva los ángulos relativos al centro de magnificación aunque no mantiene las líneas horizontales ni verticales.

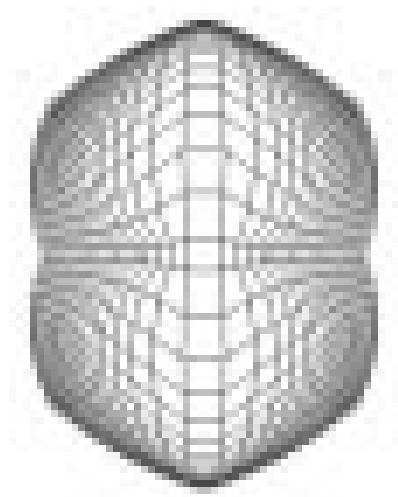


Figura 3.8 Bi-Radial [KR+96]

3.4 Magnificación híbrida

La magnificación híbrida es aquella que aúna las dos magnificaciones anteriores, la no lineal y la lineal.

Existen ciertas técnicas para combinar las propiedades deseadas de las magnificaciones lineales y las no lineales con una sola transformación.

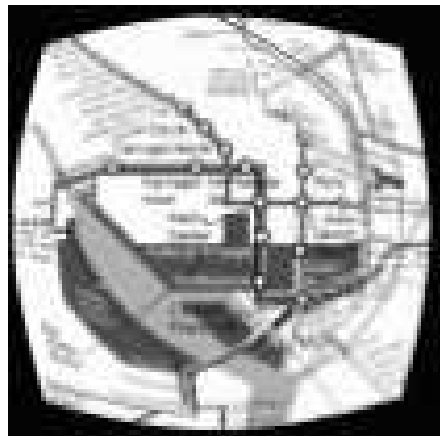


Figura 3.9 Magnificación híbrida [KR+96]

Capítulo 4

Algoritmos de magnificación

4.1 Estructura general

En este apartado, se muestra de manera general la estructura común de todos los algoritmos y en los apartados siguientes se describen detalladamente cada uno de ellos.

Las diferencias entre los distintos algoritmos están basadas en las diferentes transformaciones que se realizan, dependiendo de la magnificación que se desee aplicar. Siendo el bloque de creación de la matriz de transformación el único que varía en función del tipo de magnificación.

En la *Figura 4.1* se representa un diagrama de bloques que muestra las fases de las que constan los algoritmos.



Figura 4.1 Diagrama de bloques del algoritmo general

4.1.1 Capturar imagen

Este bloque es el encargado de realizar la captura de imágenes de la cámara y representarlas en MATLAB para poder tratarlas posteriormente.

En este paso se puede seleccionar la resolución de la imagen que se desea capturar y en que formato se desea que MATLAB almacene los datos.

MATLAB posee instrucciones propias que permiten realizar la captura de imágenes, a continuación se muestran estas instrucciones.

```
vid=videoinput(adaptorname,deviceID,format) %Creación de objeto de
video, donde adaptorname es el nombre del adaptador empleado para
comunicar con el dispositivo deviceID y format el formato en el que se
crea el objeto de video
start(vid) %Comienza el uso del objeto de video vid
fr=getsnapshot(vid) %Captura de un frame
```

4.1.2 Transformación de la imagen

Para realizar la transformación deseada a la imagen original se ha seguido la misma técnica en todos los algoritmos. En este proceso es muy importante la optimización de los cálculos para reducir el tiempo de cómputo. A continuación se describe el proceso empleado.

En primer lugar hay que crear cuatro matrices que se han llamado Pos_Xo, Pos_Xf, Pos_Yo y Pos_Yf. Estas matrices tienen que tener la misma dimensión que la zona de la imagen original que se desea ampliar. Cada una de estas matrices es descrita a continuación.

- Pos_Xo: matriz cuyos elementos, Pos_Xo(i,j), indican la posición del eje x en la que se empieza a representar el pixel (i,j) de la matriz original en la nueva imagen transformada.
- Pos_Xf: matriz cuyos elementos, Pos_Xf(i,j), indican la posición del eje x en la que se termina de representar el pixel (i,j) de la matriz original en la nueva imagen transformada.
- Pos_Yo: matriz cuyos elementos, Pos_Yo(i,j), indican la posición del eje y en la que se empieza a representar el pixel (i,j) de la matriz original en la nueva imagen transformada.
- Pos_Yf: matriz cuyos elementos, Pos_Yf(i,j), indican la posición del eje y en la que se termina de representar el pixel (i,j) de la matriz original en la nueva imagen transformada.

Estas matrices se crean a partir de la matriz de transformación, la cual es distinta dependiendo del tipo de magnificación.

Una vez calculadas las matrices de posición se puede realizar la transformación de la imagen original. Para ello es necesario crear una matriz que llamaremos matriz ampliada.

La matriz ampliada se crea asignando el valor del pixel (i,j) de la imagen original a n píxeles de esta matriz. Siendo la variable n la diferencia: $\text{Pos_Xf}(i,j) - \text{Pos_Xo}(i,j)$.

Estas transformaciones se pueden aplicar a un solo eje o en ambos a la vez.

A continuación se muestra un ejemplo de cómo se produce la transformación para que su comprensión sea más fácil.

Dada la matriz de transformación de la *Figura 4.2*.

1	2	3
1	2	3
1	2	3

Figura 4.2 Matriz de transformación

Si realizamos la transformación en el eje horizontal, las matrices Pos_Xo y Pos_Xf quedarían como se muestra en la *Figura 4.3*.

1	2	4
1	2	4
1	2	4

1	3	6
1	3	6
1	3	6

Figura 4.3 Matrices Pos_Xo y Pos_Xf

En la *Figura 4.4* se muestra el resultado de aplicar la matriz de transformación indicada en la *Figura 4.2* a una imagen.

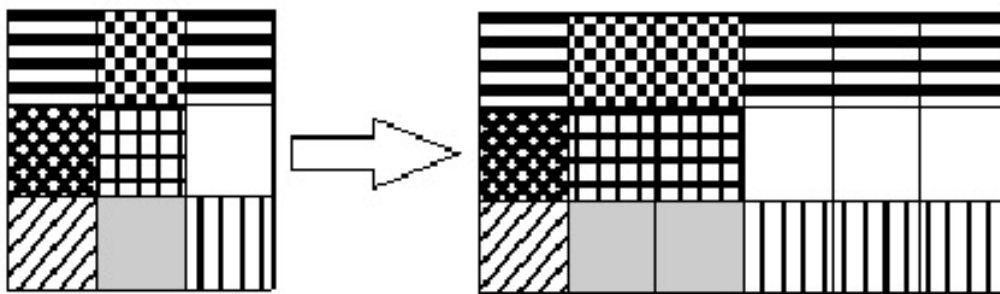


Figura 4.4 Imagen original (izquierda) e imagen final transformada (derecha)

4.1.3 Filtro

Tras realizar el proceso de magnificación, se obtienen imágenes cuya resolución es inferior a la de la imagen original. Para solventar este problema se aplica un filtro digital.

Varios tipos de filtros distintos han sido probados, siendo el que mejor resultados ofrece el mostrado a continuación.

$$\frac{1}{16} \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

En la *Figura 4.5* se muestran dos imágenes magnificadas, siendo la imagen izquierda el resultado de aplicar el filtro digital a la imagen derecha.

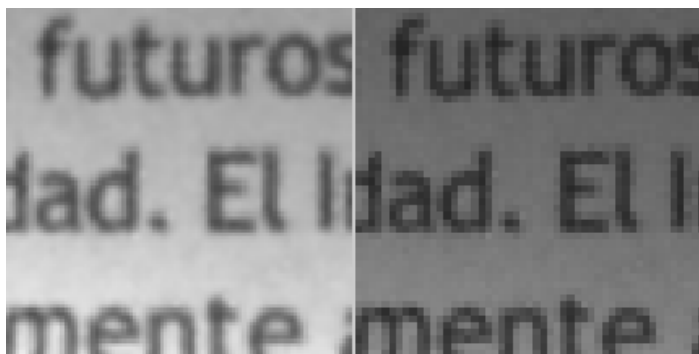


Figura 4.5 Imagen amplificada, con filtro (izquierda) y sin filtro (derecha)

4.1.4 Representación

Este bloque es el encargado de dar la orden para representar la imagen en pantalla.

Para realizar la representación de la imagen final transformada se ha utilizado una función de la *toolbox* de MATLAB, *Image Processing*, la cual se muestra a continuación.

```
imshow(I) %Esta función representa la matriz I que contiene los  
valores de intensidad de la imagen
```

A esta instrucción se le pueden añadir ciertos parámetros para cambiar algunas propiedades de la imagen representada, como se muestra a continuación.

```
imshow(I,[LOW HIGH]) %Al igual que en el caso anterior se  
representa la imagen I, pero en este caso los píxeles con valores  
comprendidos entre LOW y HIGH son representados en escala de grises,  
los píxeles menor que LOW se representan en negro y los mayores de  
HIGH en blanco.
```

4.2 Amplificación lineal

La transformación lineal, como ya se ha descrito con anterioridad, es aquella que tiene la misma ampliación en todos sus píxeles.

Para llevar a cabo esta transformación, se necesitan las dimensiones de la zona de la imagen que se desea amplificar y el valor de aumento. En la aplicación desarrollada el aumento puede variar entre x2 y x10 por restricciones de la resolución de la pantalla.

En este caso, como la ampliación es lineal y todos los píxeles van a tener el mismo aumento, se han creado vectores de transformación en lugar de matrices, reduciéndose así el tiempo de cómputo.

Una vez obtenidos los parámetros de ampliación, se crean los vectores de posición (Pos_Xo, Pos_Xf, Pos_Yo, Pos_Yf). Los vectores Pos_Xo y Pos_Xf deben tener la dimensión horizontal introducida y los vectores Pos_Yo y Pos_Yf la dimensión vertical.

Si realizásemos un ejemplo con un aumento de valor 2, los vectores serían los representados en la *Figura 4.6*, *4.7*, *4.8* y *4.9*. En la *Figura 4.10* se muestra como quedaría la imagen amplificada.

1	2	3
---	---	---

Figura 4.6 Vector Pos_Xo

2	3	4
---	---	---

Figura 4.7 Vector Pos_Xf

1
2
3

Figura 4.8 Vector Pos_Xf

2
3
4

Figura 4.9 Vector Pos_Yf

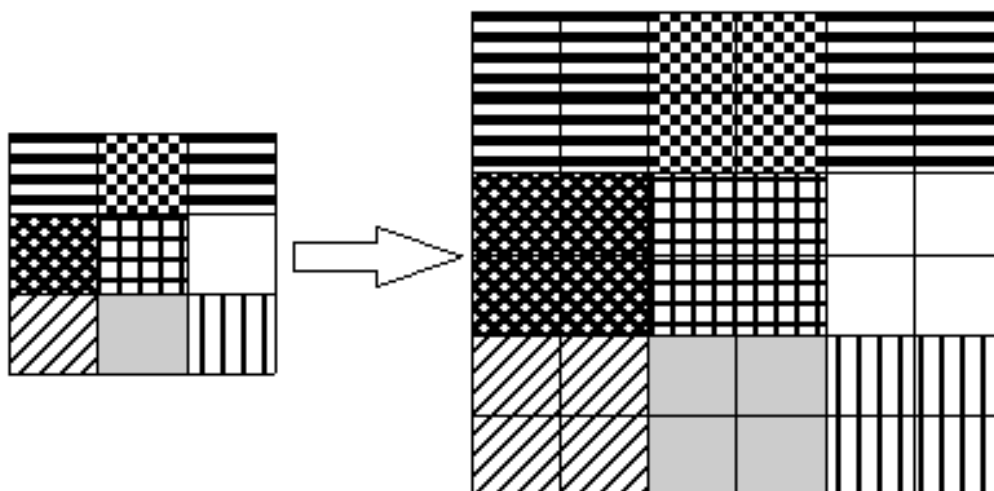


Figura 4.10 Transformación lineal con aumento 2

4.3 Amplificación ortogonal

Esta transformación es la primera de las clasificadas como no lineales que se van a utilizar.

Para realizar esta transformación se aplica la función de la magnificación de una dimensión basada en la tangente hiperbólica. La tangente hiperbólica trabaja como se muestra en la *Figura 4.11*.

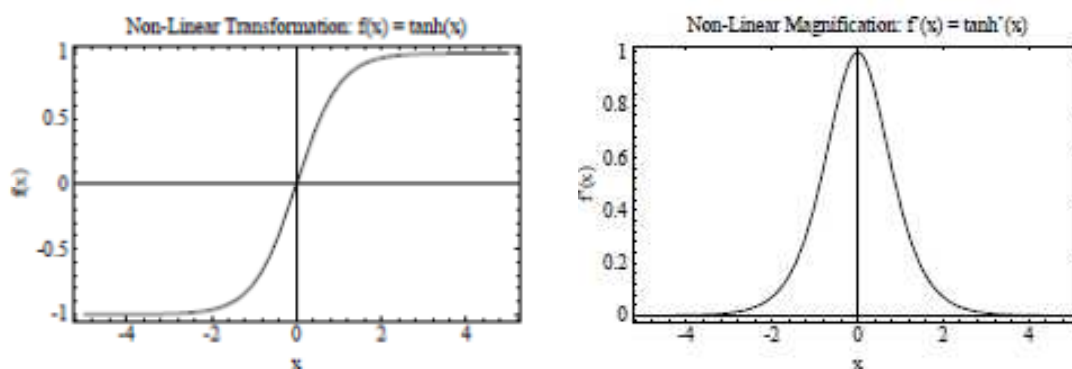


Figura 4.11 Función de la tangente hiperbólica [KR+96]

Como se puede comprobar en las gráficas anteriores, la tangente hiperbólica no tiene grandes variaciones a partir del valor $x=2$, de esta manera la imagen se ampliaría más en el centro e iría reduciendo su ampliación al aproximarse a los extremos hasta quedar la imagen original.

En este caso se han utilizado valores de x entre 0 y 1, ya que es donde la pendiente es mayor, pudiéndose seleccionar un paso de 0.01 para este intervalo.

Como los valores entregados de la función no son mayores de 1 (ver *Figura 4.11*), posteriormente se han multiplicado por 10 para obtener ampliaciones mayores. Tras multiplicarlos por 10 se han reducido los valores para conseguir que el aumento de píxel en la matriz sea un valor entero.

Al igual que en el caso anterior, como todas las columnas y filas van a tener la misma ampliación que la anterior, en lugar de crear matrices de posicionamiento se crean vectores.

A continuación hay un ejemplo de cómo se crean los vectores de transformación. Los vectores creados son los representados en la

Figura 4.12, 4.13, 4.14 y 4.15.

Tamaño vertical que desea ampliar: 5

Tamaño horizontal que desea ampliar: 7

Cuanto desea ampliar verticalmente: 0.04

Cuanto desea ampliar horizontalmente: 0.1

0
0.04
0.08
0.04
0

Figura 4.12 Vector vertical al cual se va a aplicar la tangente hiperbólica

0
0
1
0
0

Figura 4.13 Vector vertical resultado de aplicar al vector de la figura 4.11 la tangente hiperbólica, multiplicar por 10 y redondear

0	0.1	0.2	0.3	0.2	0.1	0
---	-----	-----	-----	-----	-----	---

Figura 4.14 Vector horizontal al cual se va a aplicar la tangente hiperbólica

0	1	2	3	2	1	0
---	---	---	---	---	---	---

Figura 4.15 Vector horizontal resultado de aplicar al vector de la figura 4.14 la tangente hiperbólica, multiplicar por 10 y redondear

Una vez que se tienen estos vectores de transformación ya solo hay que construir los vectores de posicionamiento y crear la nueva imagen ampliada.

4.4 Amplificación cuadrada

Esta transformación también es no lineal. Consiste en ver la imagen ampliada en cuatro rangos distintos. Estos cuatro rangos se distribuyen en cuadrados concéntricos, en los cuales se puede definir el tamaño y el valor de la ampliación. En la Figura 4.16 se muestra un ejemplo de cómo funcionaría esta magnificación.

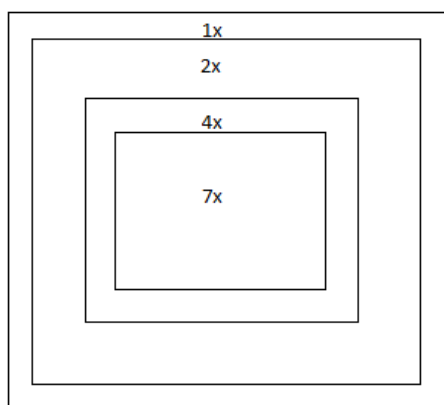


Figura 4.16 Transformación de cuadrado

En la Figura 4.17 y 4.18, se muestra como quedarían los vectores de transformación si los valores de ampliación fueran los mostrados en la Figura 4.16 pero la dimensión de cada rango fuera uno.

1	2	4	7	4	2	1
---	---	---	---	---	---	---

Figura 4.17 Vector transformación del eje horizontal.

1
2
4
7
4
2
1

Figura 4.18 Vector de transformación del eje vertical.

4.5 Amplificación circular

La transformación circular es una transformación no lineal, consistente en la ampliación de la imagen en cuatro rangos distintos. Al igual que en el cuadrado estos rangos pueden tener distintas dimensiones y distintos valores de ampliación, pero en este caso están distribuidos en formas circulares concéntricas.

En la *Figura 4.19* se muestra la matriz de transformación circular. Aunque la ampliación final no tendría forma circular, debido a que la transformación no lineal se ha realizado sólo a uno de los ejes.

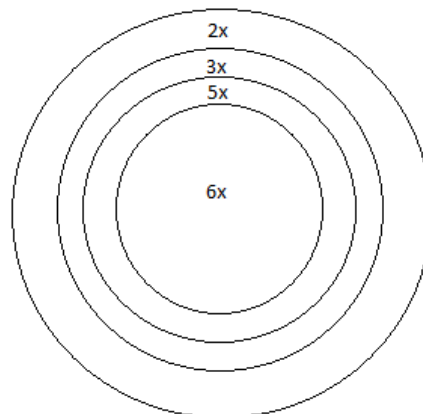


Figura 4.19 Transformación circular

En la *Figura 4.20* se muestra como quedaría aproximadamente una matriz de transformación de una transformación con forma circular con los parámetros indicados en la *Figura 4.19*.

1	1	2	2	2	1	1
1	2	3	5	3	2	1
2	3	5	6	5	3	2
2	5	6	6	6	5	2
2	3	5	6	5	3	2
1	2	3	5	3	2	1
1	1	2	2	2	1	1

Figura 4.20 Matriz de transformación circular.

Para evitar que queden huecos entre píxeles, la transformación circular se aplica a un solo eje.

- Ampliación en el eje vertical: cada píxel de la imagen original (i,j) tendrá un tamaño vertical correspondiente al valor del píxel (i,j) de la matriz de transformación. Mientras que el tamaño horizontal será el valor del elemento central de la columna j de la matriz de transformación.
- Ampliación eje horizontal: cada píxel de la imagen original (i,j) tendrá un tamaño horizontal correspondiente al valor del elemento (i,j) de la matriz de transformación. Mientras que el tamaño vertical será el valor del elemento central de la fila i de la matriz de transformación.

4.6 Amplificación ojo de pez

El ojo de pez es el último de los métodos no lineales implementados en este proyecto.

Dentro del ojo de pez se han implementado tres opciones distintas. Una de las opciones, realiza las transformaciones en el eje horizontal; otra de ellas, en el eje vertical; y la última, en los dos al mismo tiempo. Esto significa, que los algoritmos que realizan sólo las transformaciones en el eje horizontal o vertical independientemente, son transformaciones en una dimensión. Y por tanto, el algoritmo que realiza las transformaciones en los dos ejes, es una transformación en las dos dimensiones.

Este método se ha realizado utilizando coordenadas polares en lugar de cartesianas. De manera que el primer paso es la conversión de las coordenadas de la matriz a polares.

Se han utilizado dos funciones distintas para implementar el ojo de pez. Una de ellas es la tangente hiperbólica y otra la ecuación $\frac{(d+1)x}{dx+1}$, vista anteriormente.

Con cada una de las funciones anteriores se obtienen distintos resultados pero son bastante similares. De esta manera, cuando se realicen los ensayos clínicos se comprobará cual de las dos es mejor, o si las dos lo son dependiendo del caso.

Capítulo 5

Interfaz gráfica

Como ya se ha mencionado anteriormente, antes de que estos algoritmos puedan ser utilizados por los pacientes deben ser probados en ensayos clínicos.

En estos ensayos clínicos los optometristas deben determinar, para cada paciente, cuál de los algoritmos es más útil en cada caso. Además, deben determinar cuáles de las distintas medidas o ampliaciones es más conveniente dependiendo de la actividad que vayan a realizar.

Por esta razón se ofrece una interfaz gráfica que sea amigable para que los oftalmólogos y optometristas puedan variar con facilidad el mayor número de parámetros posibles y poder elegir así la opción óptima en cada caso.

En la *Figura 5.1* se muestra el diagrama de bloques que sigue la interfaz gráfica diseñada.

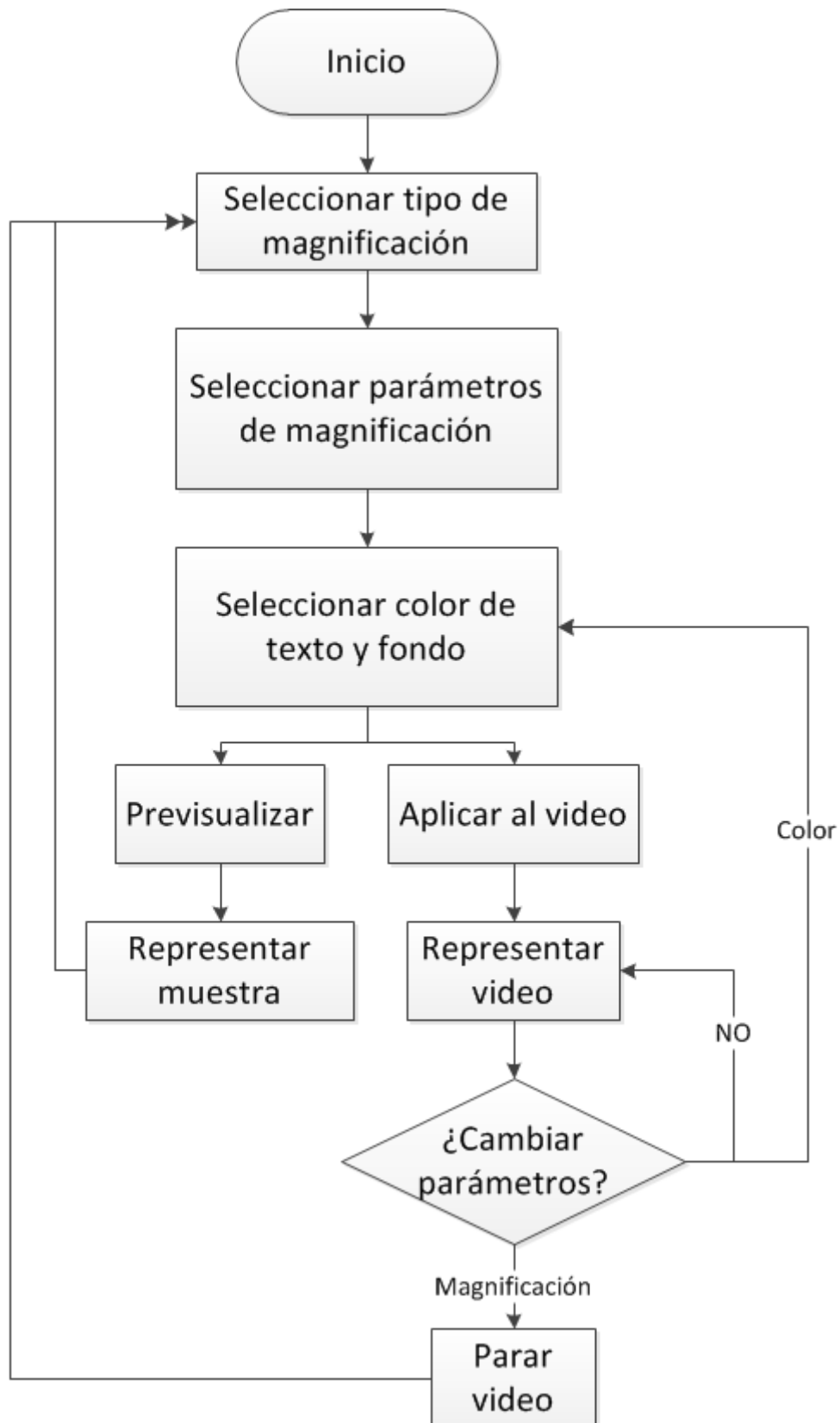


Figura 5.1 Diagrama de bloques de la interfaz gráfica

A continuación se muestran algunas de las vistas de la interfaz gráfica para explicar cómo es su uso.

La *Figura 5.2* muestra la pantalla principal de la interfaz gráfica diseñada, donde se puede seleccionar entre los distintos tipos de magnificación ofrecidos. Se puede elegir realizar una magnificación del tipo lineal, cuadrado, ortogonal, círculo y ojo de pez.

Una vez seleccionada una de las cinco posibilidades de magnificación se despliegan otras ventanas donde se pueden variar los distintos parámetros de cada una de las magnificaciones. Cada una de estas ventanas y parámetros se muestran a continuación.

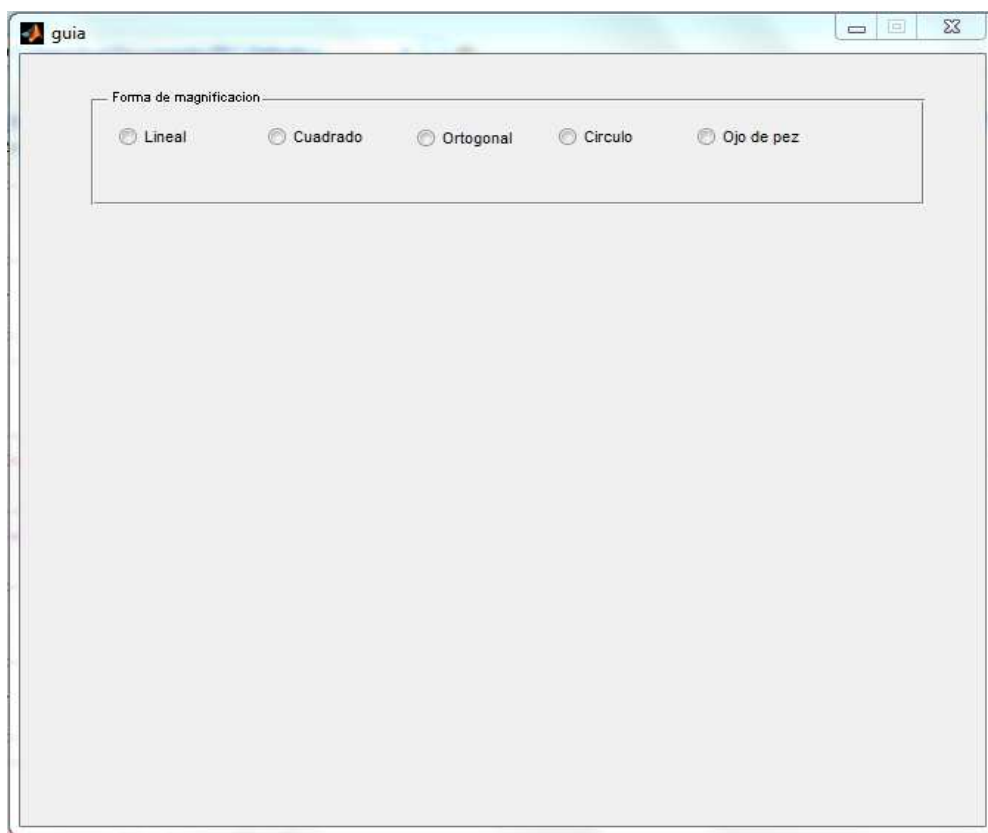


Figura 5.2 Primera vista de la interfaz gráfica

Si se elige la opción de magnificación lineal, aparece la ventana que se puede apreciar en la *Figura 5.3* donde se puede:

- Variar el tamaño vertical que se desea ampliar entre 31 y 119 píxeles con variaciones de uno.
- Variar el tamaño horizontal que se desea ampliar entre 31 y 159 píxeles con variaciones de uno.
- Variar el valor que se desea amplificar cada píxel entre 2 y 10 con variaciones de uno.

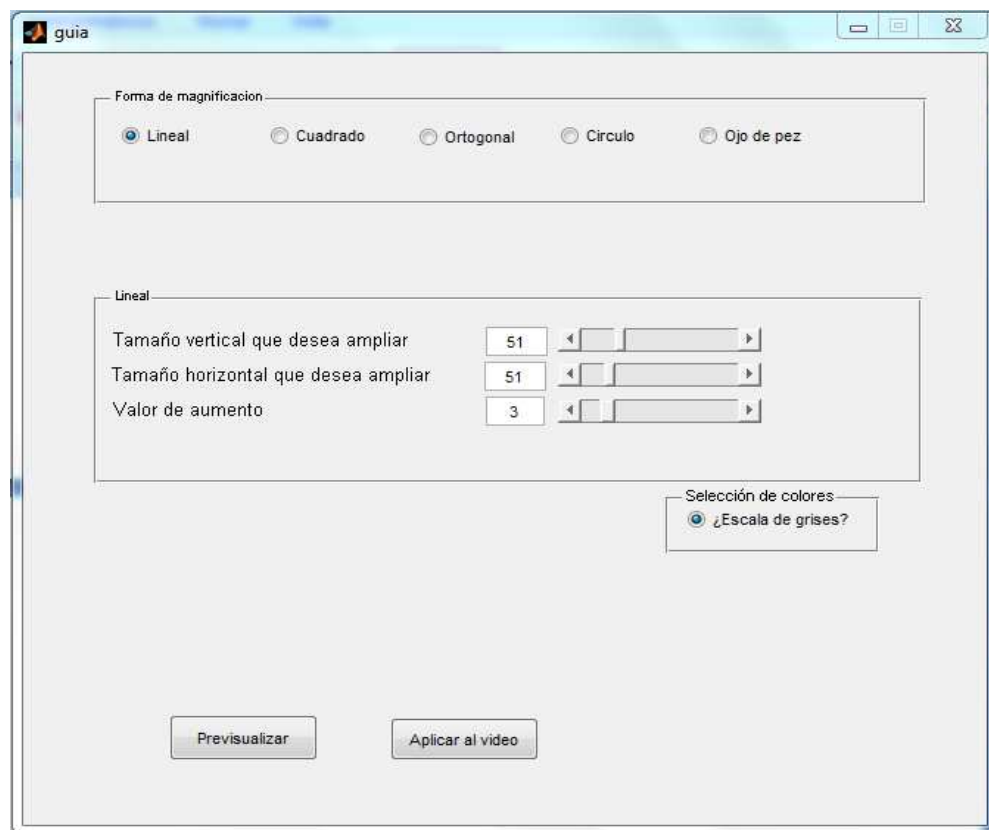


Figura 5.3 Selección de magnificación lineal

Si se elige la opción de magnificación cuadrado, aparece la ventana de la *Figura 5.4*, donde se pueden modificar los parámetros del cuadrado que se formará en el centro y los otros tres que se pueden crear concéntricos al primero.

Los parámetros que se pueden seleccionar son:

- La dimensión que se desea ampliar de cada uno de los cuadrados. Esta dimensión puede variar entre 20 y 70 píxeles con incrementos de uno. La dimensión de los cuadrados se verá condicionado por el tamaño del cuadrado anterior, es decir, el cuadrado tendrá que tener como tamaño mínimo la dimensión del cuadrado anterior.
- El valor que se desea ampliar cada píxel, que puede ser un valor entre 1 y 10 con incrementos de uno.

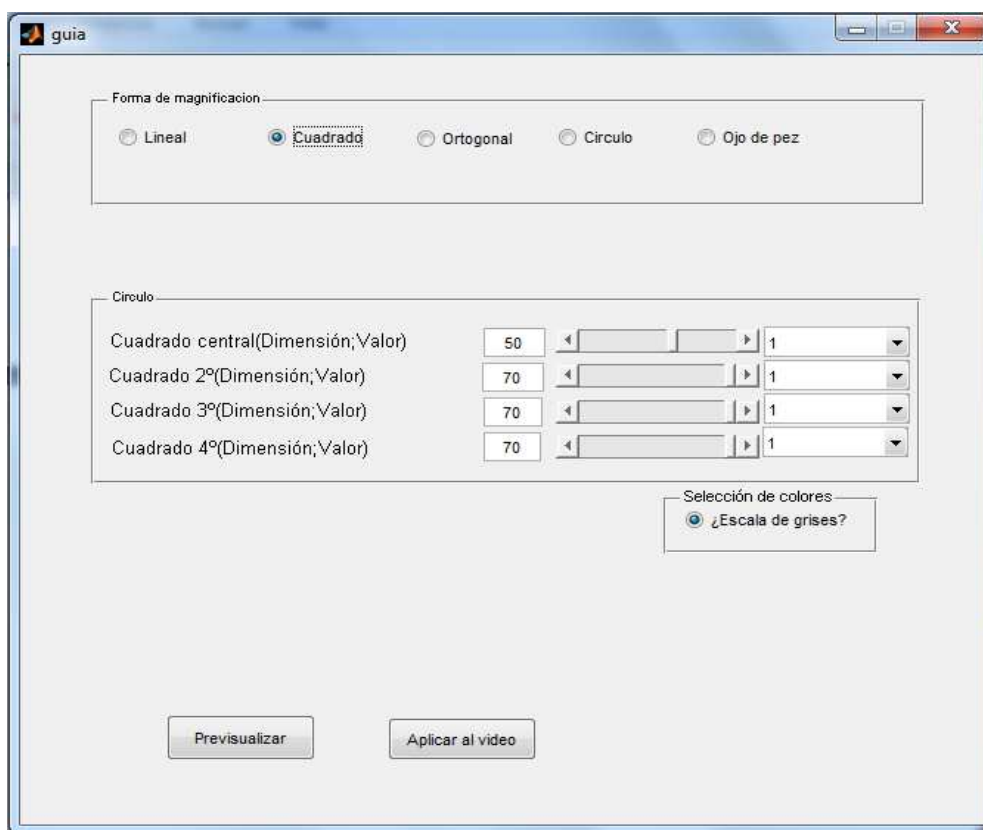


Figura 5.4 Selección de magnificación cuadrada

Si se elige la opción de magnificación cuadrado como se puede ver en la *Figura 5.5*, aparece la siguiente ventana donde se pueden modificar los siguientes parámetros:

- El tamaño vertical que se desea ampliar puede variar entre 20 y 100 píxeles con incrementos de uno.
- El tamaño horizontal se puede variar entre 20 y 145 píxeles con incrementos de uno.
- Se puede seleccionar el valor de incremento que se desea que tenga la variable sobre la cual se va a hacer la tangente hiperbólica en el eje vertical. Esta variable puede variar entre 0.01 y 1 con incrementos de 0.01.
- Se puede variar también el valor del incremento que se desea que tenga la variable sobre la cual se va a hacer la tangente hiperbólica en el eje horizontal. Esta variable puede variar entre 0.01 y 1 con incrementos de 0.01.

Cuanto mayor sea el incremento, tanto en el eje vertical como el horizontal, mayor será el parámetro de magnificación, por tanto la imagen ocupará más píxeles y habrá mayor diferencia entre un valor de magnificación y el siguiente.

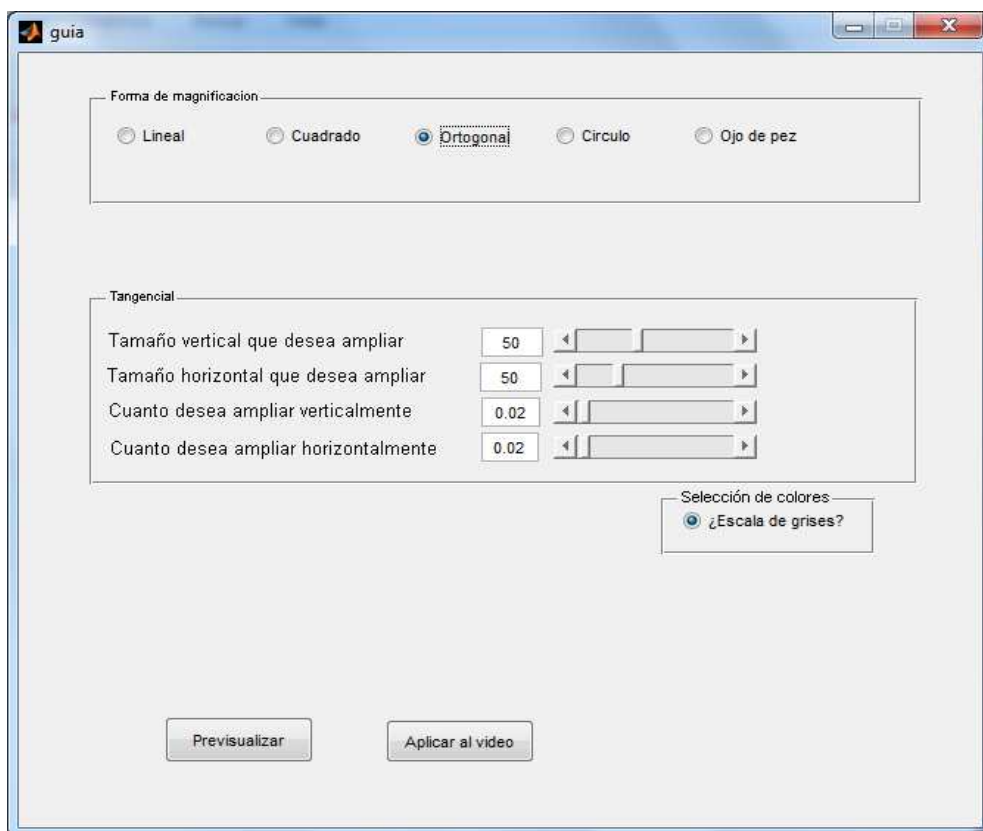


Figura 5.5 Selección de magnificación ortogonal

En la magnificación circular, al igual que en el cuadrado, se pueden variar los parámetros de cuatro círculos concéntricos, siendo estos parámetros los siguientes:

- Se puede elegir el valor del radio que se desea ampliar. Este valor puede ser entre 20 y 70 píxeles con incrementos de uno y los valores mínimo de los radios no pueden ser menores que el valor del radio del círculo anterior.
- El otro parámetro que se puede variar es la amplificación deseada en cada uno de los círculos distintos. Estos parámetros pueden variar entre 1 y 10 con intervalos de uno.
- En este caso además de los parámetros anteriores se puede elegir entre horizontal y vertical, lo que significa que como la magnificación es en una dimensión se puede elegir el eje al que se desea aplicar.

Estas características se pueden observar en la *Figura 5.6*.

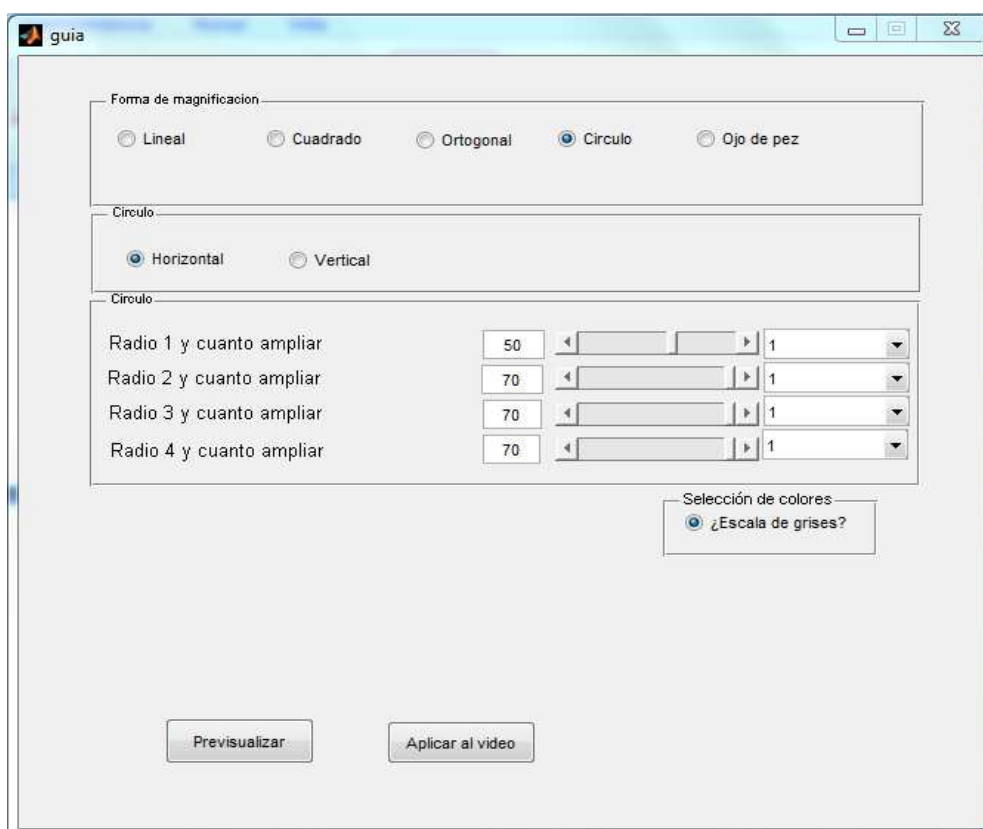


Figura 5.6 Selección de magnificación ortogonal

En el caso del ojo de pez las características que se pueden seleccionar son las siguientes (ver *Figura 5.7*):

- El tamaño vertical que se desea ampliar puede variar entre 31 y 119 con variaciones de uno.
- El tamaño horizontal que se desea ampliar puede variar entre 31 y 159 con variaciones de uno.
- El valor del incremento que se desea que tenga la variable a la cual se le va a realizar la tangente hiperbólica. Este valor puede variar entre 0.1 y 10 con incrementos de 0.1.
- En el caso de que se realice la transformación con la función $\frac{(d+1)x}{dx+1}$ en lugar de con la tangente hiperbólica se podrá variar el parámetro d entre 0.1 y 10 con incremento de 0.1.
- En este caso se puede apreciar que hay otra pestaña donde se puede seleccionar entre horizontal, vertical y completo, esto indica que la transformación se puede hacer en uno de los dos ejes por separado o en los dos al mismo tiempo.

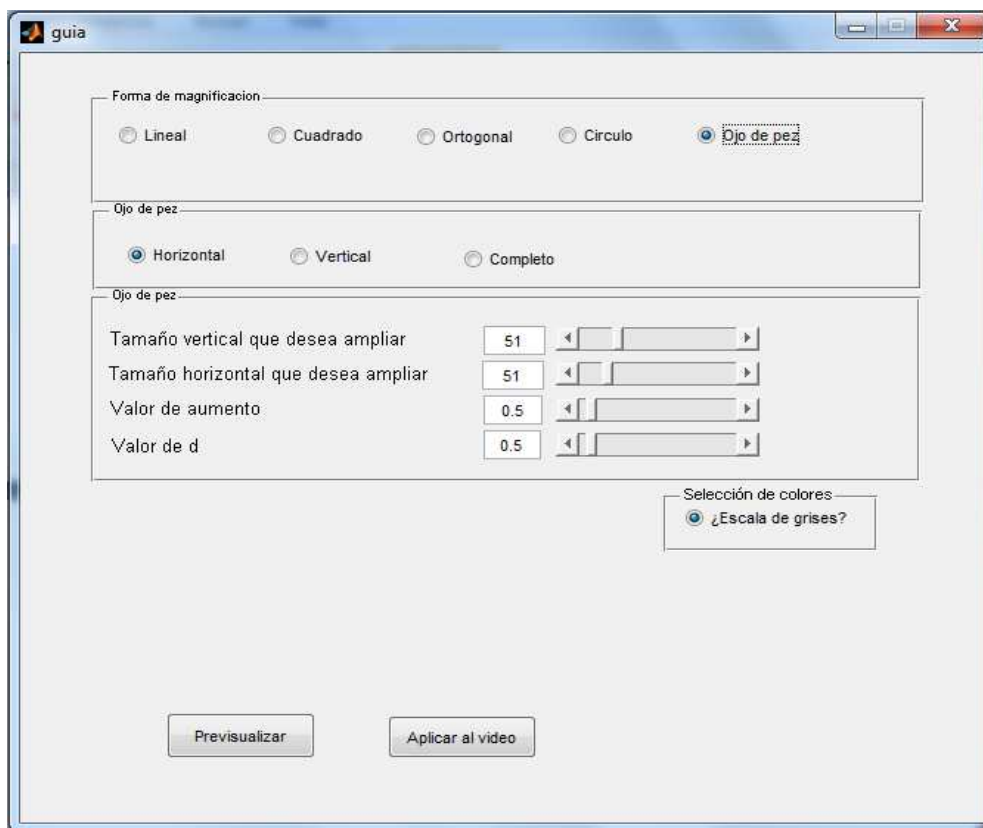


Figura 5.7 Selección de magnificación ortogonal

Una vez que ya se han seleccionado los parámetros de la transformación se puede seleccionar entre representar la magnificación en escala de grises o en dos colores.

Estos dos colores tienen varias posibilidades a elegir entre el blanco, negro, amarillo y azul. A parte de seleccionar el blanco y negro por su fácil asimilación, se han seleccionado el amarillo y azul porque combinados ofrecen un buen contraste.

Además hay una barra que permite variar el contraste entre lo que sería el blanco y el negro en una representación blanco y negro (ver *Figura 5.8*).

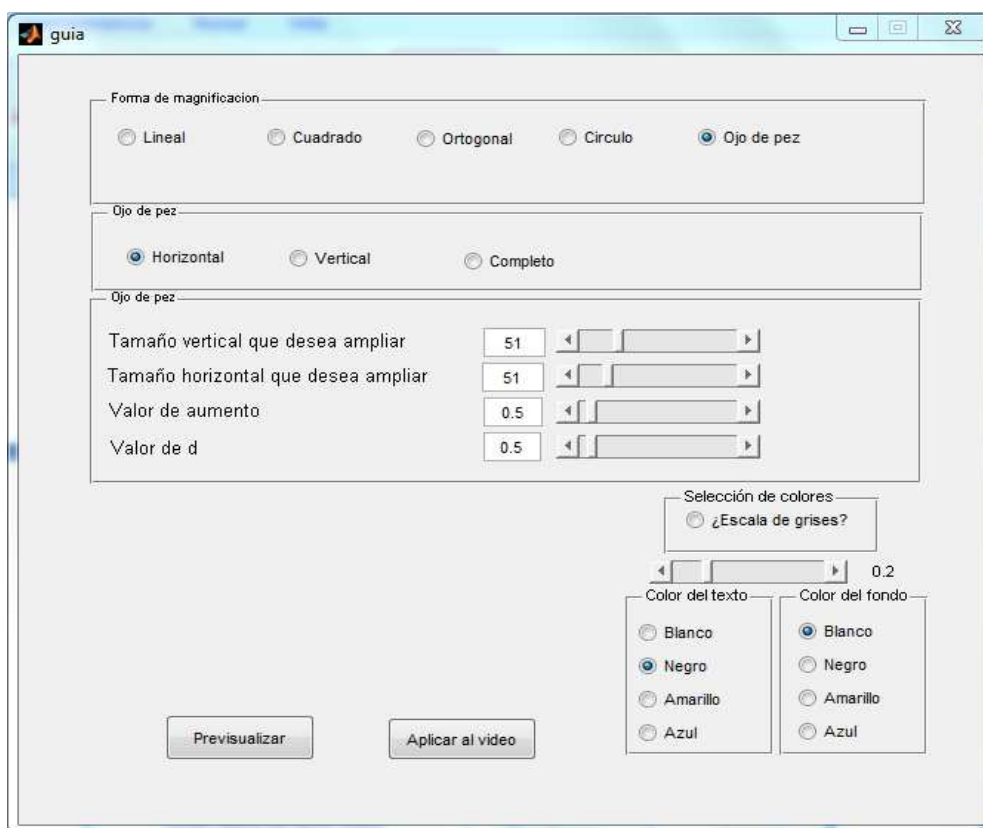


Figura 5.8 Selección del color y contraste

El paso final tras la selección de todos los ajustes es la representación de la imagen.

Para la visualización de la transformación hay dos modos: “Previsualizar” o “Aplicar al video”.

Si se selecciona la opción de previsualizar se aplicará la transformación deseada a una imagen de prueba previamente almacenada en el ordenador.

La opción de previsualización tiene como ventaja que es más rápida que aplicar la transformación al video y como siempre es la misma imagen es más fácil comprobar la diferencia entre unos ajustes y otros.

La desventaja es que al ser una imagen almacenada previamente, no posee las mismas características del entorno. Por ello se utiliza orientativamente ya que pueden tener distinta iluminación y no ofrecer el mismo resultado.

Si se selecciona la opción aplicar al video, la magnificación seleccionada se aplica directamente a las imágenes capturadas de manera continua y en ese mismo instante.

La ventaja es obtener el resultado en las imágenes reales capturadas en ese momento. Otra ventaja es poder variar los colores y el contraste en tiempo real sin necesidad de volver a pulsar el botón.

Como desventaja, es más lento que el caso de previsualizar, aún así los tiempos son bastante aceptables.

Capítulo 6

Resultados experimentales

En este capítulo, se muestran algunas imágenes tomadas como ejemplo para comprobar el funcionamiento de las distintas magnificaciones. Se van a mostrar, aproximadamente cuatro figuras de cada magnificación implementada para poder observar las diferencias de seleccionar distintos parámetros.

6.1 Lineal

En este apartado se muestran algunas imágenes capturadas y magnificadas linealmente. Se muestran cuatro imágenes con igual área de amplificación 100x70. La *Figura 6.1* y *6.2*, están magnificadas con ampliación 3 y la *Figura 6.3* y *6.4*, con ampliación 5. La *Figura 6.2* y *6.4* se muestra en blanco y negro.

, te permite
s ciudades
tán muy ce
dam Londres

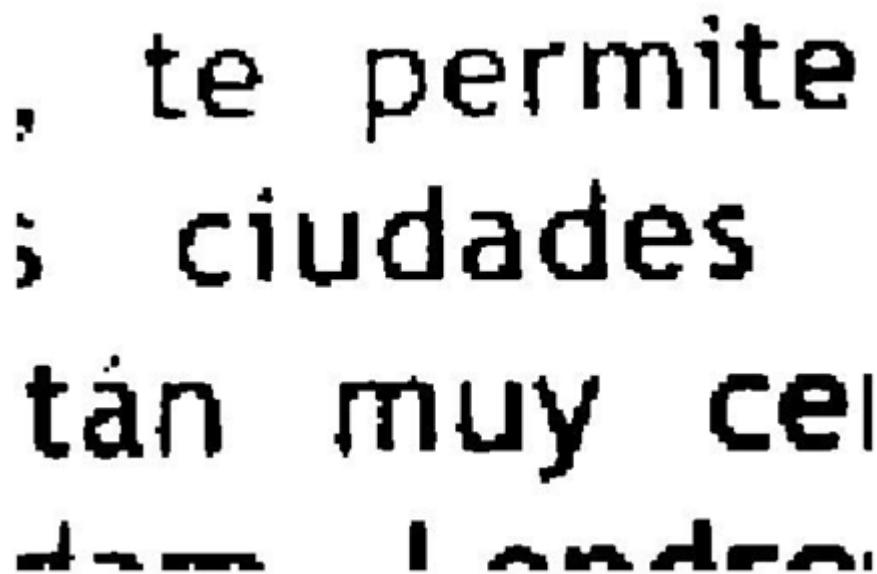
Figura 6.1 Magnificación lineal 100x70 ampliación 3

te permite
ciudades
tán muy ce
dam Londres

Figura 6.2 Magnificación lineal 100x70 ampliación 3, blanco y negro

, te permite
s ciudades
tán muy ce
dam Londres

Figura 6.3 Magnificación lineal 100x70 ampliación 5



, te permite
; ciudades
tán muy ce
dam l ondo.

Figura 6.4 Magnificación lineal 100x70 ampliación 5, blanco y negro

6.2 Cuadrado

A continuación se muestran algunas de las imágenes capturadas y transformadas con la magnificación cuadrada.

Las tres primeras imágenes son magnificaciones cuadradas de tres rangos: el primer rango es cuadrado de 20 píxeles y con aumentado 8, el segundo rango es el comprendido entre 20-40 píxeles y está amplificado 4; el último es hasta 70 píxeles y tiene ampliación 1.

La transformación descrita anteriormente se representa en las figuras siguientes donde la *Figura 6.5* está representada en escala de grises, la *Figura 6.6* en blanco y negro y la *Figura 6.7* al inverso.

que está en el
pa, te permite
ciudades
están muy ce
erdam - Londre
" am - fiam

Figura 6.5 Magnificación cuadrada 20(8), 40(4) y resto 1

que está en el
pa, te permite
ciudades
están muy ce
erdam - Londre
" am - fiam

Figura 6.6 Magnificación cuadrada 20(8), 40(4) y resto 1 en blanco y negro



Figura 6.7 Magnificación cuadrada 20(8), 40(4) y resto 1 en negro y blanco inverso

A continuación se muestran tres imágenes transformadas con la misma magnificación cuadrada que consta de tres rangos de ampliación distintos: los 20 primeros píxeles con ampliación 10, desde 20 hasta 40 píxeles con ampliación 3 y hasta los 70 píxeles con ampliación 2.

La magnificación descrita anteriormente se representa en las tres figuras mostradas a continuación donde en la *Figura 6.8* se representa en escala de grises, en la *Figura 6.9* en blanco y negro con un contraste al 33% y la *Figura 6.10* en blanco y negro también pero con un contraste al 60%.

que está en el
ropa, te permit
has ciudades
están muy c
terdam, Lond

Figura 6.8 Magnificación cuadrada 20(10), 40(3) y resto 2

que está en e
ropa, te permit
has ciudades
están muy c
terdam, Lond

Figura 6.9 Magnificación cuadrada 20(10), 40(3) y resto en blanco y negro inverso 33%

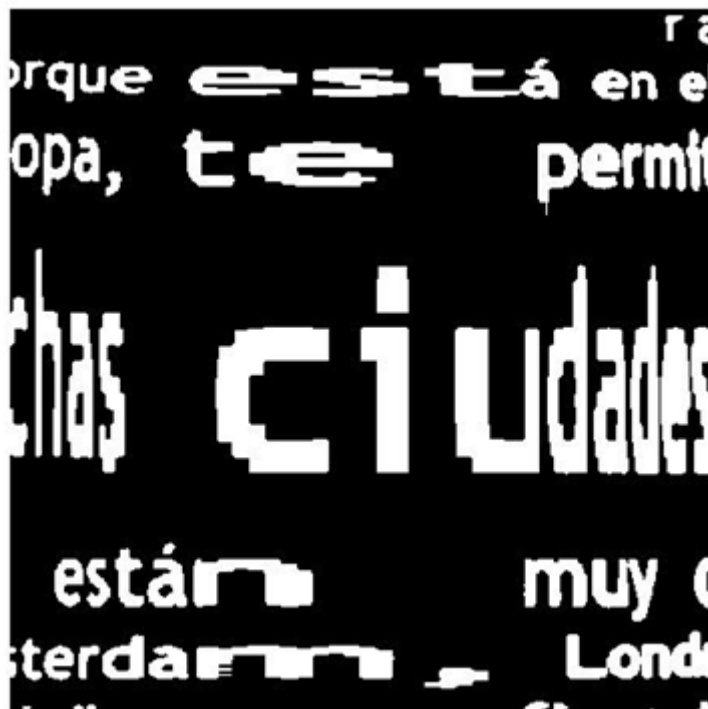


Figura 6.10 Magnificación cuadrada 20(10), 40(3) y resto 2 en blanco y negro inverso 60%

6.3 Ortogonal

En este apartado se va a llevar a cabo una magnificación del tipo ortogonal.

En este caso se muestran dos imágenes que fueron capturadas con las mismas dimensiones de 50x50 píxeles. En la primera imagen, la *Figura 6.11*, se aplica la tangente hiperbólica al eje vertical con paso de 0.2 y con paso 1 para el eje horizontal.

A la segunda imagen, la *Figura 6.12*, se le aplica la tangente hiperbólica al eje vertical con paso 0.02 y con paso 0.5 para la componente horizontal.



Figura 6.11 Magnificación ortogonal 50x50 (0.2x1)



Figura 6.12 Magnificación ortogonal 50x50 (0.02x0.5)

Como se puede observar en las imágenes anteriores cuanto menor es el valor del incremento, menor es el aumento central. Para valores altos, mayores de 0.4, las diferencias no son muy grandes.

6.4 Círculo

A continuación se muestran cuatro magnificaciones circulares con los mismos rangos de ampliación.

Para radios menores de 25 píxeles se aplica una ampliación 5 y para radios entre 25 y 35 píxeles una ampliación 3. En el caso de las dos primeras imágenes, la *Figura 6.13* y *6.14*, se realiza transformación horizontal y en las dos siguientes, la *Figura 6.15* y *6.16*, vertical.



Figura 6.13 Magnificación circular horizontal 25(5), 35(3)

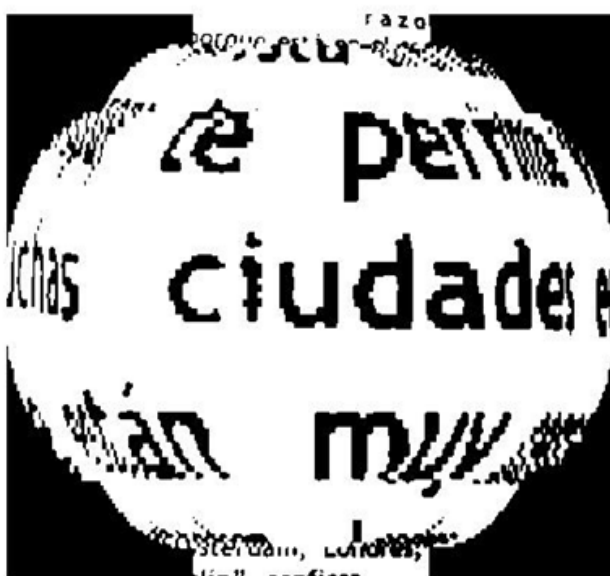


Figura 6.14 Magnificación circular horizontal 25(5), 35(3) en blanco y negro



Figura 6.15 Magnificación circular vertical 25(5), 35(3)

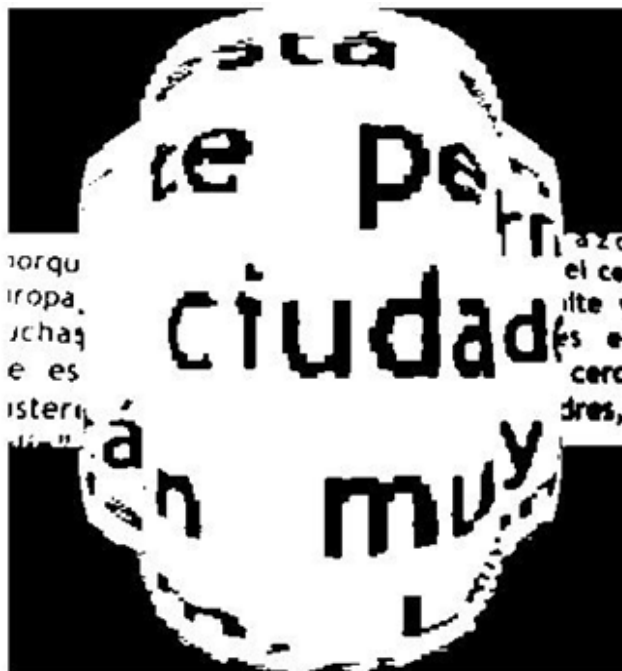


Figura 6.16 Magnificación circular vertical 25(5), 35(3) en blanco y negro

6.5 Ojo de pez

A continuación se muestra la magnificación de ojo de pez. Hay dos imágenes de cada tipo; dos con transformación en el eje vertical, *Figura 6.17* y *6.18*, y en el eje horizontal, *Figura 6.19* y *6.20*.

En este caso se ha tomado una imagen de tamaño 51x51 píxeles y se ha aplicado una tangente hiperbólica a valores con incrementos de 0.1.



Figura 6.17 Magnificación ojo de pez vertical 51x51(0.1)



Figura 6.18 Magnificación ojo de pez vertical 51x51(0.1) en blanco y negro inverso



Figura 6.19 Magnificación ojo de pez horizontal 51x51(0.1)



Figura 6.20 Magnificación ojo de pez horizontal 51x51(0.1) en blanco y negro inverso

Capítulo 7

Conclusiones y trabajos futuros

Los tiempos de cómputo de los diferentes códigos diseñados son cercanos a 0.1 segundos, dependiendo de las dimensiones de la imagen y la amplificación a realizar. En otros términos este valor quiere decir que se pueden transformar y representar aproximadamente 10 imágenes por segundo.

La velocidad de lectura de compresión para una persona con visión óptima es de aproximadamente 300 palabras por minuto, es decir, unas 5 palabras por segundo. [WIKI]

Suponiendo que cada imagen que se representa contiene una palabra (esto puede depender del tamaño de la ampliación y tamaño de la imagen seleccionada) se podrían representar unas 10 palabras distintas por segundo.

Estas 10 palabras por segundo serían suficientes para poder llevar a cabo una lectura de compresión, de 5 palabras por segundo, para una persona con visión normal lo cual en el caso de una persona con baja visión sería mucho más que satisfactorio.

En relación a la calidad de las imágenes y a la utilidad de las ampliaciones, se obtiene una buena comprensión para la lectura en el caso de personas con buena visión.

En el caso de personas con baja visión no se pueden determinar las conclusiones hasta la realización los ensayos clínicos con pacientes reales.

Como ya se comentó en apartados anteriores, el objetivo final de este proyecto es ayudar a ver y a leer a las personas con baja visión en situaciones de la vida cotidiana tanto en el entorno doméstico como fuera de él. Por ello, se propone facilitar a estas personas el uso de esta herramienta, dotándola de cierta portabilidad y autonomía.

Para hacer posible la portabilidad de la herramienta, se propone la implementación de estos algoritmos en un mecanismo portátil.

Este mecanismo portátil debe constar de una cámara, una pantalla y un procesador que sea capaz de realizar las transformaciones necesarias en las imágenes a una velocidad adecuada.

La solución que mejor se adapta a estas especificaciones es un Smartphone en el cual se pueden procesar las imágenes adquiridas y representarlas en la pantalla. Además el uso de un Smartphone tiene como ventaja que el usuario no necesita llevar un aparato adicional al teléfono móvil.

Para hacer posible la implementación en un Smartphone sería necesario codificar los algoritmos desarrollados en este proyecto en otros lenguajes compatibles con los sistemas operativos móviles como Android, iOS, Simbian, etc.

Capítulo 8

Presupuesto

La *Figura 7.1* representa un diagrama de Gantt que es una herramienta gráfica cuyo objetivo es mostrar el tiempo de dedicación de cada una de las tareas o actividades a lo largo del tiempo total invertido en el proyecto.

En este caso se han definido cuatro fases distintas como son la fase de análisis, la fase de desarrollo y pruebas, la fase de pruebas finales y por último el desarrollo de la memoria.

La primera de las fases consiste en el estudio de la documentación previa, un análisis de los trabajos previos existentes o estudios basados en la misma materia. Concretamente en este caso hay que realizar un estudio del tratamiento digital de imágenes, técnicas de magnificación no lineal existentes.

La segunda fase es el desarrollo y pruebas, que consiste en el diseño y posterior implementación de los algoritmos en MATLAB. Casi en paralelo a esta fase se lleva a cabo la fase de pruebas ya que es necesario ver si el código está funcionando como se desea y realizar la realimentación y mejora del código con la información obtenida de las pruebas.

En esta segunda fase también se ha incluido el desarrollo de la interfaz gráfica ya que está muy ligada al proceso de desarrollo y diseño de código. Además paralelamente también se llevan a cabo las pruebas pertinentes para el correcto funcionamiento.

La tercera fase se ha dedicado sólo al apartado de pruebas finales ya que es donde se realizan las últimas pruebas en detalle, en esta fase se prueban todos y cada uno de los algoritmos, con todas las distintas posibilidades. Se hacen las pruebas con la cámara definitiva para evitar posibles fallos futuros y en caso de fallo se solventa.

Por último se escribe la memoria que refleje el trabajo realizado con el máximo detalle y sencillez para que en futuras ocasiones pueda ser de utilidad para alguien.

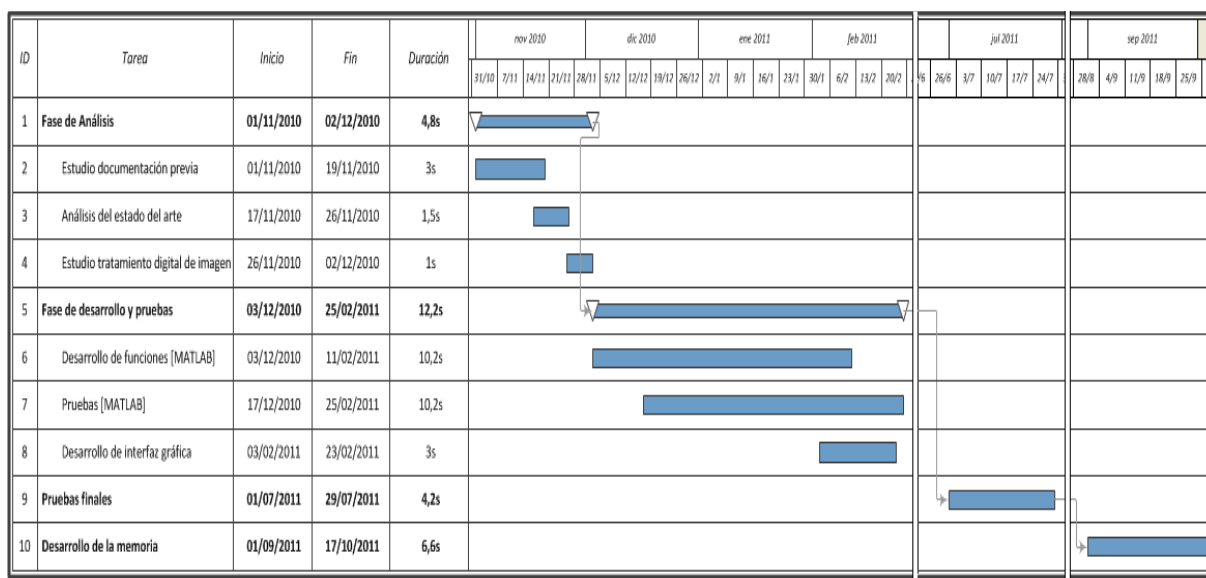


Figura 7.1 Diagrama de Gantt

A continuación se muestra una hoja del presupuesto estimado que ha supuesto la realización de este proyecto.



UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID
Escuela Politécnica Superior

PRESUPUESTO DE PROYECTO

1.- Autor:
Romero Torres, Eva

2.- Departamento:
Tecnología Electrónica

3.- Descripción del Proyecto:
- Título: Ayuda visual basada en un sistema electrónico de magnificación no lineal
- Duración (meses): 7
- Tasa de costes indirectos: 20%

4.- Presupuesto total del Proyecto (valores en Euros):
Euros

5.- Desglose presupuestario (costes directos)

PERSONAL

Apellidos y nombre	N.I.F. (no rellenar - solo a título informativo)	Categoría	Dedicación (meses) ^{a)}	(hombres)	Coste hombre mes	Coste (Euro)	Firma de conformidad
Romero Torres, Eva		Ingeniero	7		2.694,39	18.860,73	
Hombres mes 7					Total	18.860,73	

^{a)} 1 Hombre mes = 131,25 horas. Máximo anual de dedicación de 12 hombres mes (1575 horas)
Máximo anual para PDI de la Universidad Carlos III de Madrid de 8,8 hombres mes (1.155 horas)

EQUIPOS

Descripción	Coste (Euro)	% Uso dedicado proyecto	Dedicación (meses)	Periodo de depreciación	Coste imputable ^{d)}
Portátil Asus	400,00	100	7,0	60	46,67
Webcam Minoru 3D	80,00	50	3,0	60	2,00
Total					48,67

^{d)} Fórmula de cálculo de la Amortización:

$$\frac{A}{B} \times C \times D$$
A = n° de meses desde la fecha de facturación en que el equipo es utilizado
B = periodo de depreciación (60 meses)
C = coste del equipo (sin IVA)
D = % del uso que se dedica al proyecto (habitualmente 100%)

SUBCONTRATACIÓN DE TAREAS

Descripción	Empresa	Coste imputable
Total		0,00

OTROS COSTES DIRECTOS DEL PROYECTO^{e)}

Descripción	Empresa	Costes imputable
Total		0,00

^{e)} Este capítulo de gastos incluye todos los gastos no contemplados en los conceptos anteriores, por ejemplo: fungible, viajes y dietas, otros,...

6.- Resumen de costes

Presupuesto Costes Totales	Presupuesto Costes Totales
Personal	18.861
Amortización	49
Subcontratación de tareas	0
Costes de funcionamiento	0
Costes Indirectos	3.782
Total	22.691

El importe total de este proyecto asciende a la cantidad de 22691 euros.

Leganés a 5 de Octubre de 2011

El ingeniero proyectista

Fdo. Eva Romero Torres

Referencias

- [OMS+11] Nota descriptiva de octubre de 2011 de la Organización Mundial de la Salud. Con arreglo a la Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE-10, actualización y revisión de 2006). Disponible [Internet]: <<http://www.who.int/>> [11 de octubre de 2011]
- [IOBA] Instituto de Oftalmobiología Aplicada. Disponible [Internet]: <<http://www.ioba.es/>> [5 de julio de 2011]
- [Mol] Ópticas Molenberg. Disponible [Internet]: <<http://www.molenberg.com.ar>> [17 de octubre de 2011]
- [Peñ] Doctor Adolfo Peña Aceves. Disponible [Internet]: <<http://www.drpena.com.mx/>> [29 de julio de 2011]
- [OSA] Ópticas Sabina. Disponible [Internet]: <<http://opticasabinas.com/>> [29 de julio de 2011]
- [SALUD] Sitio de salud visual y oftalmología. Disponible [Internet]: <<http://saludalavista.com>> [6 de septiembre de 2011]
- [Oli00] Heather S. Oliff. Ophthalmic Genetics Newsletter. Health Encyclopedia. Disponible [Internet]: <<http://www.butler.org>> [6 de septiembre de 2011]
- [IMO] Instituto de Microcirugía Ocular. Disponible [Internet]: <<http://www.imo.es/>> [29 de julio de 2011]
- [MAGNI] Catálogo de Magnicenter. Disponible [Internet]: <<http://www.magnicenter.com/>> [6 de septiembre de 2011]

- [ESCHEN] Catálogo de Eschenbach. Disponible [Internet]: <http://www.eschenbach-optik.com> [7 de septiembre de 2011]
- [ENHAN] Catálogo de Enhanced Vision. Disponible [Internet]: <http://www.enhancedvision.com> [7 de septiembre de 2011]
- [KR+96] T. Alan Keahey and Edward L. Robertson. Techniques for Non-Linear Magnification Transformations. Department of Computer Science Indiana University. Marzo 1996.
- [WIKI] Término lectura en Wikipedia. Disponible [Internet]: <http://es.wikipedia.org/wiki/Lectura> [5 de octubre de 2011]
- [CAM] Disponible [Internet]: <http://mov-camara.blogspot.com> [6 de octubre de 2011]
- [COP] Catalogo de Copihue. Disponible [Internet]: <http://www.copihue.es> [12 de octubre 2011]

Anexo 1

Algoritmos desarrollados

En este anexo se han añadido los diferentes códigos diseñados para que sean posibles cada una de las transformaciones deseadas.

Magnificación lineal

```
function ampliada=Lineal(fila,columna,aumen)
    %Creación e inicialización del objeto de vídeo 1
    imagreset;
    vid=videoinput('winvideo',1,'RGB24_160x120');
    vid.FrameGrabInterval=1; vid.FramesPerTrigger=Inf;
    start(vid);
    fil=120;col=160;
    filtro=(1/16)*[1 2 1;2 4 2;1 2 1];
    %Creación de matrices con la posición inicial y final de la
    coordenada
    %x e y que van a ser llamadas Pos_Xo, Pos_Xf, Pos_Yo, Pos_Yf
    Pos_Xo(1,1)=1;
    for i=2:columna
        Pos_Xo(1,i)=Pos_Xo(1,i-1)+aumen;
    end
    Pos_Xf=Pos_Xo+aumen-1;
    Pos_Yo(1,1)=1;
    for j=2:fila
        Pos_Yo(j,1)=Pos_Yo(j-1,1)+aumen;
    end
    Pos_Yf=Pos_Yo+aumen-1;
```

```

    global aux textoR textoG textoB fondoR fondoG fondoB gris
    valor_ajuste
    figure(2)
    while (aux==1)
        pause(0.000001);
        %Captura de las imágenes
        fr=getsnapshot(vid);
        flushdata(vid);
        gfr=rgb2gray(fr);
        gfr=im2double(gfr);
        %En estos for anidados se recorre la imagen gfr y se guarda en
        %ampliada pero teniendo en cuenta que en ampliada se graba un
        pixel
        %tantas veces como los vectores tan_fila y tan_colum indiquen.
        for x=1:fila
            for y=1:columna

ampliada(Pos_Yo(x,1):Pos_Yf(x,1),Pos_Xo(1,y):Pos_Xf(1,y))=gfr(x+floor(
(fil-fila)/2),y+floor((col-columna)/2));
                end
            end
            %Representación de la imagen ampliada en la figura 2 ya que la
            %figura 1 se utiliza para la interfaz.
            % Representar la imagen en los colores seleccionados.
            if gris==1
                ampliada_filter=imfilter(ampliada,filtro,'replicate');
                imshow(ampliada_filter,[0 0.6]);
            else
                ampliada_filter=imfilter(ampliada,filtro,'replicate');
                ampliada1=im2bw(ampliada_filter,valor_ajuste);
                [amp_f amp_c]=size(ampliada1);
                imR=zeros(amp_f,amp_c);imG=zeros(amp_f,amp_c);imB=zeros(amp_f,amp_c);
                for i=1:1:amp_f
                    for j=1:1:amp_c
                        if ampliada1(i,j)==0

                            imR(i,j)=textoR;imG(i,j)=textoG;imB(i,j)=textoB;
                        else

                            imR(i,j)=fondoR;imG(i,j)=fondoG;imB(i,j)=fondoB;
                        end
                    end
                end
                ampliada3=cat(3,imR,imG,imB);
                imshow(ampliada3);
            end
        end
        delete(vid);
    end
end

```

Magnificación ortogonal

```

function tanortogonal_masred_completa(nv,nh,incre_v,incre_h)
    close all;
    %Creación e inicialización del objeto de vídeo 1
    imagreset;
    vid=videoinput('winvideo',1,'RGB24_160x120');
    preview(vid);
    fil=120;
    col=160;

```



```

%Creación del vector fila y columna necesarios para posteriormente
realizar la tangente hiperbólica. Estos vectores tienen la dimensión
del valor que se introduce por pantalla, que es la dimensión de la
imagen que se va a ampliar. Los valores son incrementos y decrementos
del valor leído del teclado. Ejem:[0 0.02 0.04 0.06 0.04 0.02 0]
fila(1,1:nh/2+1)=[0:incre_h:nh/2*incre_h];
fila(1,nh/2+1:nh)=[nh/2*incre_h:-incre_h:0];
columna(1:nv/2+1,1)=[0:incre_v:nv/2*incre_v];
columna(nv/2+1:nv,1)=[nv/2*incre_v:-incre_v:0];
%Tangente hiperbólica del vector fila y columna. Estos vectores
contienen los valores que se quiere que aumente cada pixel dependiendo
de su posición.
tan_fila=tanh(fila);
tan_fila=round(10*tanh(tan_fila));
tan_colum=tanh(columna);
tan_colum=round(10*tanh(tan_colum));
%A parte de crear los vectores con la parte que se quiere aumentar
se añaden unos para poder ver en la parte que no se amplía la imagen
real.
tan_fila=[ones(1,floor((col-nh)/2)),tan_fila,ones(1,floor((col-
nh)/2))];
tan_colum=[ones(floor((fil-nv)/2),1);tan_colum;ones(floor((fil-
nv)/2),1)];
%Creación de matrices con la posición inicial y final de la
coordenada x e y que van a ser llamadas Pos_Xo, Pos_Xf, Pos_Yo, Pos_Yf
Pos_Xo(1,1)=1;
for i=2:col
    Pos_Xo(1,i)=Pos_Xo(1,i-1)+tan_fila(1,i-1);
end
size(Pos_Xo)
size(tan_fila)
Pos_Xf=Pos_Xo+tan_fila-1;
Pos_Yo(1,1)=1;
for j=2:fil
    Pos_Yo(j,1)=Pos_Yo(j-1,1)+tan_colum(j-1,1);
    %Pos_Yo(j,1)=sum(tan_colum(2:j,1),1);
end
Pos_Yf=Pos_Yo+tan_colum-1;
global aux
figure(2)
while (aux==1)
    pause(0.000001);
    %Captura de las imágenes
    fr=getsnapshot(vid);
    gfr=rgb2gray(fr);
    gfr=im2double(gfr);
    %En estos for anidados se recorre la imagen gfr y se guarda en
ampliada pero teniendo en cuenta que en ampliada se graba un pixel
tantas veces como los vectores tan_fila y tan_colum indiquen.
    for x=1:fil
        for y=1:col

ampliada(Pos_Yo(x,1):Pos_Yf(x,1),Pos_Xo(1,y):Pos_Xf(1,y))=gfr(x,y);
        end
    end
    %Representación de la imagen ampliada en la figura 2 ya que la
figura 1 se utiliza para la interfaz.
    figure(2)
    imshow(ampliada)
end
end
end

```

Magnificación cuadrado

```

function Cuadrado(R1,R2,R3,R4,A1,A2,A3,A4)
    %Creación e inicialización del objeto de vídeo 1
    imagreset;
    vid=videoinput('winvideo',1,'RGB24_160x120');
    vid.FrameGrabInterval=1; vid.FramesPerTrigger=Inf;
    start(vid);
    fil=120;
    col=160;
    filtro=(1/16)*[1 2 1;2 4 2;1 2 1];
    vector=[A4*ones(1,R4-R3),A3*ones(1,R3-R2),A2*ones(1,R2-
R1),A1*ones(1,R1),A2*ones(1,R2-R1),A3*ones(1,R3-R2),A4*ones(1,R4-R3)];
    [fila columna]=size(vector);
    %Creación de matrices con la posición inicial y final de la
coordenada x e y que van a ser llamadas Pos_Xo, Pos_Xf, Pos_Yo, Pos_Yf
    Pos_Xo(1,1)=1;
    for i=2:columna
        Pos_Xo(1,i)=Pos_Xo(1,i-1)+vector(1,i-1);
    end
    Pos_Xf=Pos_Xo+vector-1;
    Pos_Yo=Pos_Xo';
    Pos_Yf=Pos_Xf';
    global aux textoR textoG textoB fondoR fondoG fondoB gris
    valor_ajuste
    figure(2)
    while (aux==1)
        pause(0.000001);
        %Captura de las imágenes
        fr=getsnapshot(vid);
        flushdata(vid);
        gfr=rgb2gray(fr);
        gfr=im2double(gfr);
        %En estos for anidados se recorre la imagen gfr y se guarda en
ampliada pero teniendo en cuenta que en ampliada se graba un pixel
tantas veces como los vectores tan_fila y tan_colum indiquen.
        for x=1:columna
            for y=1:columna

ampliada(Pos_Yo(x,1):Pos_Yf(x,1),Pos_Xo(1,y):Pos_Xf(1,y))=gfr(x+floor(
(fil-columna)/2),y+floor((col-columna)/2));
            end
        end
        %Representación de la imagen ampliada en la figura 2 ya que la
figura 1 se utiliza para la interfaz.
        if gris==1
            ampliada_filter=imfilter(ampliada,filtro,'replicate');
            imshow(ampliada_filter,[0 0.6]);
        else
            ampliada_filter=imfilter(ampliada,filtro,'replicate');
            ampliada1=im2bw(ampliada_filter,valor_ajuste);
            [amp_f amp_c]=size(ampliada1);
            imR=zeros(amp_f,amp_c);imG=zeros(amp_f,amp_c);imB=zeros(amp_f,amp_c);
            for i=1:1:amp_f
                for j=1:1:amp_c
                    if ampliada1(i,j)==0
                        imR(i,j)=textoR;imG(i,j)=textoG;imB(i,j)=textoB;
                    else
                        imR(i,j)=fondoR;imG(i,j)=fondoG;imB(i,j)=fondoB;
                    end
                end
            end
        end
    end
end

```

```

        end
        ampliada3=cat(3,imR,imG,imB);
        imshow(ampliada3);
    end
end
delete(vid);
end

```

Magnificación circular

```

function flor_hor(R1,R2,R3,R4,A1,A2,A3,A4)
%Creación e inicialización del objeto de vídeo 1
imaqreset;
vid=videoinput('winvideo',1,'RGB24_160x120');
vid.FrameGrabInterval=1; vid.FramesPerTrigger=Inf;
start(vid);
fila=120;
columna=160;
filtro=(1/16)*[1 2 1;2 4 2;1 2 1];
for i=1:fila
    for j=1:columna
        r=sqrt((i-fila/2)^2+(j-columna/2)^2);
        if (r<R1)
            matriz(i,j)=A1;
        elseif (r<R2)
            matriz(i,j)=A2;
        elseif (r<R3)
            matriz(i,j)=A3;
        elseif (r<R4)
            matriz(i,j)=A4;
        else
            matriz(i,j)=1;
        end
    end
end
suma_y=sum(matriz(:,:),1); %Suma de las columnas
suma_x=sum(matriz(:,:),2); %Suma de las filas
suma_y_max=max(suma_y); %Maxima suma de columnas
suma_x_max=max(suma_x); %Maxima suma de filas

for i=1:fila
    if (suma_x_max>suma_x(i,1))
        suma_j=floor((suma_x_max-suma_x(i,1))/2);
    else
        suma_j=1;
    end
    for j=1:columna
        Pos_Xo(i,j)=suma_j;
        suma_j=suma_j+matriz(i,j);
    end
end
Pos_Xf=Pos_Xo+matriz;
suma_i=1;
for i=1:fila
    Pos_Yo(i,1)=suma_i;
    suma_i=suma_i+matriz(i,floor(columna/2));
end
Pos_Yf=Pos_Yo+matriz(:,floor(columna/2));
global aux textoR textoG textoB fondoR fondoG fondoB gris valor_ajuste
figure(2)
while (aux==1)

```

```

pause(0.0000001);
%Captura de las imágenes
fr=getsnapshot(vid);
flushdata(vid);
gfr=rgb2gray(fr);
gfr=im2double(gfr);
for x=1:fila
    for y=1:columna
ampliada(Pos_Yo(x,1):Pos_Yf(x,1),Pos_Xo(x,y):Pos_Xf(x,y))=gfr(x,y);
    end
end
if gris==1
    ampliada_filter=imfilter(ampliada,filtro,'replicate');
    imshow(ampliada_filter,[0 0.6]);
else
    ampliada_filter=imfilter(ampliada,filtro,'replicate');
    ampliada1=im2bw(ampliada_filter,valor_ajuste);
    [amp_f amp_c]=size(ampliada1);

imR=zeros(amp_f,amp_c);imG=zeros(amp_f,amp_c);imB=zeros(amp_f,amp_c);
    for i=1:1:amp_f
        for j=1:1:amp_c
            if ampliada1(i,j)==0
                imR(i,j)=textoR;imG(i,j)=textoG;imB(i,j)=textoB;
            else
                imR(i,j)=fondoR;imG(i,j)=fondoG;imB(i,j)=fondoB;
            end
        end
    end
    ampliada3=cat(3,imR,imG,imB);
    imshow(ampliada3);
end
end
delete(vid);
end

```

Magnificación de ojo de pez

En este caso se muestra sólo el algoritmo de la magnificación con forma de ojo de pez horizontal, ya que las otras dos transformaciones son prácticamente iguales.

```

function Ojo_hor(fila,columna,aumen,d)
%H=(d+1)*r/(d*r+1)
%Creación e inicialización del objeto de vídeo 1
    imagreset;
    vid=videoinput('winvideo',1,'RGB24_160x120');
    vid.FrameGrabInterval=1; vid.FramesPerTrigger=Inf;
    start(vid);
%creacion de la matriz para posteriormente hacer la tangente
fila_img=120;
columna_img=160;
matriz_y=ones(fila,columna);
filtro=(1/16)*[1 2 1;2 4 2;1 2 1];
for i=1:fila
    for j=1:floor((columna+1)/2)
        r=sqrt((i-(fila+1)/2)^2+(j-(columna+1)/2)^2);
        if r~=0
            %matriz_y(i,j)=floor(10*((0.05+1)*r/((0.05*r+1)*r)));
            %matriz_y(i,j)=floor(20*((d+1)*r/((d*r+1)*r)));

```

```

        %matriz_y(i,j)=floor((10*tanh(10/r)));
        matriz_y(i,j)=floor((10*tanh(aumen/r)));
    else
        matriz_y(i,j)=floor((10*tanh(aumen/1)));
        %matriz_y(i,j)=floor((10*tanh(10/1)));
        %matriz_y(i,j)=floor(20*((d+1)*1/((d*1+1)*1)));
        %matriz_y(i,j)=floor(10*((0.05+1)*1/((0.05*1+1)*1)));
    end
end
end
for i=1:fila
    for j=floor((columna)/2):columna
        matriz_y(i,j)=matriz_y(i,columna-j+1);
    end
end
suma_x=sum(matriz_y(:, :),2);           %Suma de las filas
suma_x_max=max(suma_x);                 %Maxima suma de filas

for i=1:fila
    suma_j=floor((suma_x_max-suma_x(i,1))/2);
    if suma_j==0
        suma_j=1;
    end
    for j=1:columna
        Pos_Xo(i,j)=suma_j;
        suma_j=suma_j+matriz_y(i,j);
    end
end
Pos_Xf=Pos_Xo+matriz_y;

suma_i=1;
for i=1:fila
    Pos_Yo(i,1)=suma_i;
    suma_i=suma_i+matriz_y(i,floor((columna+1)/2));
end
Pos_Yf=Pos_Yo+matriz_y(:,floor((columna+1)/2));
global aux textoR textoG textoB fondoR fondoG fondoB gris valor_ajuste
figure(2)
while (aux==1)
    pause(0.0000001);
    %Captura de las imágenes
    fr=getsnapshot(vid);
    flushdata(vid);
    gfr=rgb2gray(fr);
    gfr=im2double(gfr);
    for x=1:fila
        for y=1:columna
            ampliada(Pos_Yo(x,1):Pos_Yf(x,1),Pos_Xo(x,y):Pos_Xf(x,y))=gfr(x+floor(
                (fila_img-fila)/2),y+floor((columna_img-columna)/2));
        end
    end
    if gris==1
        ampliada_filter=imfilter(ampliada,filtro,'replicate');
        imshow(ampliada_filter,[0 0.6]);
    else
        ampliada_filter3=imfilter(ampliada,filtro,'replicate');
        ampliada1=im2bw(ampliada_filter3,valor_ajuste);
        [amp_f amp_c]=size(ampliada1);

        imR=zeros(amp_f,amp_c);imG=zeros(amp_f,amp_c);imB=zeros(amp_f,amp_c);
        for i=1:1:amp_f

```

```
for j=1:1:amp_c
    if ampliada1(i,j)==0
        imR(i,j)=textoR;imG(i,j)=textoG;imB(i,j)=textoB;
    else
        imR(i,j)=fondoR;imG(i,j)=fondoG;imB(i,j)=fondoB;
    end
end
end
ampliada3=cat(3,imR,imG,imB);
imshow(ampliada3);
end
end
delete(vid);
end
```

Anexo 2

Hojas de características



Guía de Usuario de Webcámara Minoru 3D

Contenido

Introducción.....	4
Instalación.....	4
Instalación de Hardware.....	4
Instalación de Software.....	5
Configuración de la Minoru.....	6
1 - Programa de Ayuda de Configuración.....	7
2 - Modo.....	10
3 - Opciones	10
4 - Selección de Idioma	11
5 - Páginas Web de la Minoru	11
6 - Información.....	11
7 - Salida	11
Aplicación de grabación	12
1 - Reinicio de la Minoru.....	12
2 - Resolución	13
3 - Modo de Pantalla	13
4 - Selección de entrada audio	13
5 - Inicio/Paro de Grabación.....	13
6 - Toma de Foto	13
Cómo grabar y playback un vídeo 3D	14
Cómo tomar y enviar una foto por email.....	16
Uso de la Minoru con aplicaciones de mensajería populares.....	17
Windows Live Messenger.....	17
Skype	18
OoVoo	19
Software recomendado para obtener lo mejor de la Minoru.....	20
Videora	20
Windows Movie Maker	20

Retransmisor Esterostópico	20
Investigación de Averías.....	21
Especificaciones	21
Declaración de Cumplimiento CE	22
Declaración FCC	22
Instrucciones de desecho de producto (Unión Europea)	22

Introducción

Conozca a Minoru, lo cual significa “Realidad” en Japonés, la primera webcámara mundial en 3D.

Conecte la Minoru a su PC y ésta comenzará a vivir, se le iluminarán los ojos y comenzará a mirarle en 3D.

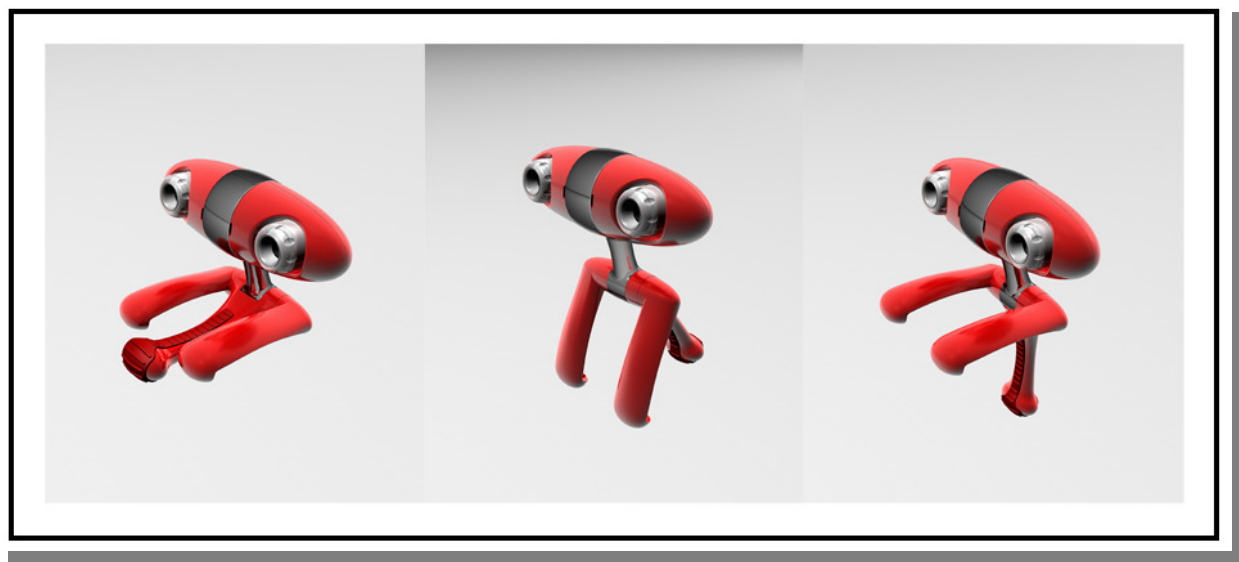
Sus amigos y familia comenzarán a verle ahora en 3D en su programa favorito de mensajería, tal como el Windows Live Messenger, Skype, AOL instant messenger, OoVoo y muchos otros.

Podrá tomar fotos en 3D o incluso grabar vídeos en 3D y podrá descargarlos a YouTube.

Instalación

Instalación de Hardware

Desempaquetar la Minoru cuidadosamente y ponerla sobre la mesa de despacho delante de usted o ponerla encima de su monitor como se muestra abajo. Idealmente la Minoru deberá colocarse aproximadamente a 3 pies (1 metro) de distancia de usted.



Conecte la Minoru en un portal USB 2.0 de **alta velocidad** de su PC. Si es posible, por favor, use uno de los portales USB detrás del PC.

Nota: ¡La Minoru no funcionará adecuadamente si se conecta a un antiguo tipo de portal USB 1.1!

Una ventana resaltante deberá aparecer encima de la bandeja del sistema diciendo, 'Se Encontró Nuevo Hardware' o 'Instalando el Software de Accionamiento de Dispositivo'. Espere a que se complete este proceso antes de instalar el software Minoru.

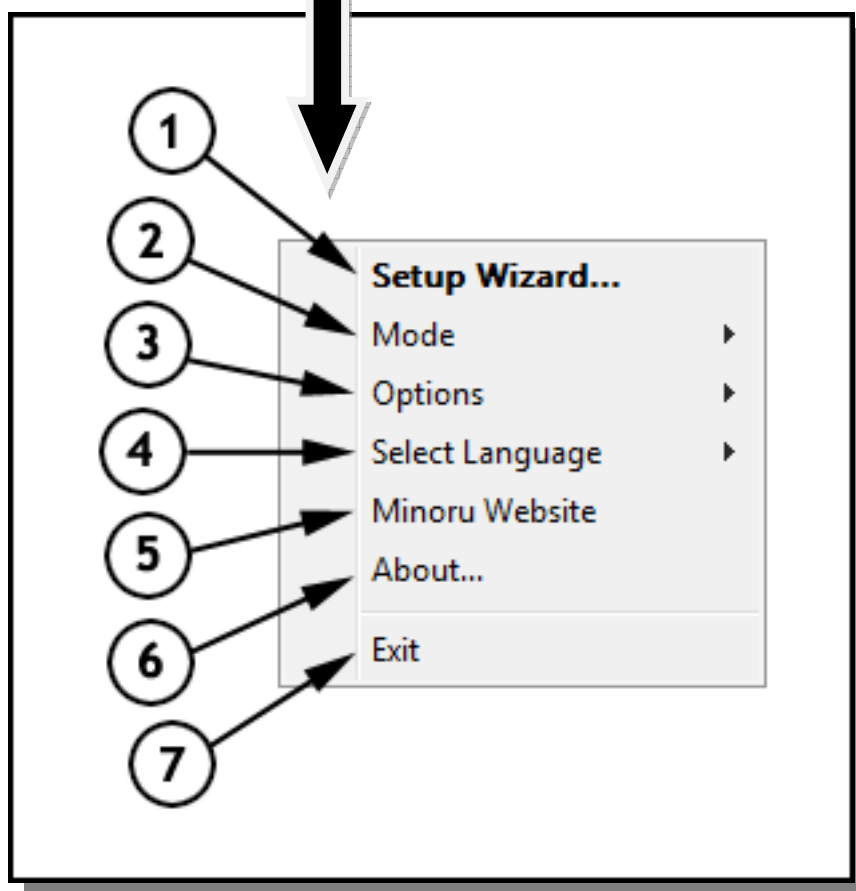
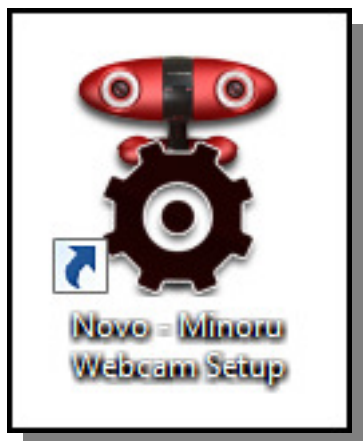
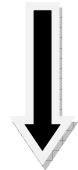
Instalación de Software

Abra el portador de CD ROM y ponga el CD de software en el portador. Cierre el portador de CD ROM y siga las instrucciones en pantalla para completar la instalación del software Minoru software.

Configuración de la Minoru

Podrá acceder las configuraciones de la Minoru en cualquier momento haciendo un clic de derecha en el icono de estado de la Minoru en la bandeja de sistema. Usted podrá acceder y cambiar las configuraciones incluso cuando la Minoru esté en el medio de una video llamada o durante una sesión de vídeo grabación. Un doble clic en el icono inicia el programa de ayuda de configuración.

Si no aparece el icono de estado de la Minoru en la bandeja de sistema, deberá iniciar la 'Configuración de Webcámara Minoru' haciendo un doble clic en el atajo en pantalla.



1 - Programa de Ayuda de Configuración...

Antes de usar la Minoru por primera vez deberá enfocar y alinear los dos ojos de la Minoru.



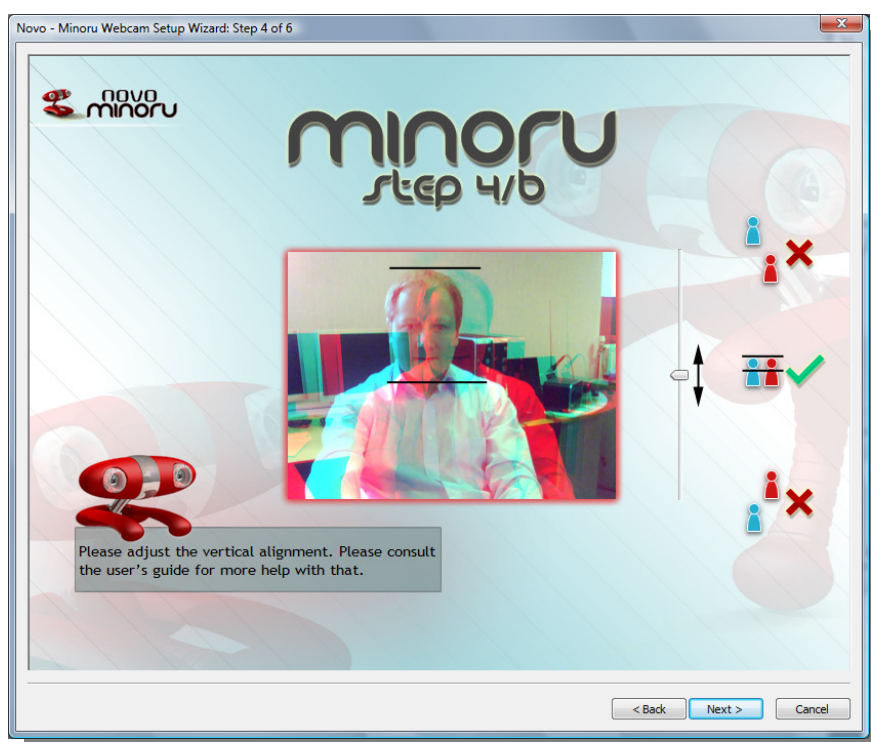
Ponga primero la Minoru sobre la mesa de su despacho o el monitor a una distancia equivalente a 3 pies (1 metro) de su cara. En esta fase no deberá tener puestas las gafas 3D.



Enfoque el ojo izquierdo de la Minoru girando el aro del lente hasta que haya una buena y clara imagen de su cara.



Enfoque el ojo derecho de la Minoru girando el aro del lente hasta que haya una buena y clara imagen de su cara.



Alineación vertical...En esta fase todavía no deberá tener puestas las gafas 3D. Mire la Minoru, deberá ver dos imágenes de su cara en la pantalla, una imagen azul y otra roja. Ajuste el deslizador vertical de manera que las imágenes azul y roja de su cara estén exactamente a la misma altura en la pantalla. A veces, es más fácil mirar a la parte superior o inferior de su cabeza o a sus ojos para alinear las dos imágenes.



Alineación horizontal...Todavía no se ponga las gafas 3D, no se preocupe, las podrá poner pronto. Mire a las dos imágenes de su cara en la pantalla y ajuste el deslizador horizontal de manera que las dos imágenes de su cara se junten y formen una imagen. Tenga en cuenta que todavía verá imágenes azules y rojas de las cosas delante y detrás de usted.



Ahora ponga las gafas 3D por primera vez. Pase algún tiempo experimentando el efecto 3D por sí mismo. Estire sus brazos hacia delante y parecerá que salen de la pantalla. Ponga sus brazos detrás de su cabeza y parecerá que entran en la pantalla

2 - Modo

Puede seleccionar de tres modos de operación distintos para la Minoru.

3D - El visualizador de vídeo 3D necesitará usar las gafas 3D para poder ver el efecto 3D.

Imagen en Imagen (PiP) - Este modo es valioso si desea mostrar detalles cercanos de algo mientras mantiene la visión de su cara. Coloque la cosa en el ángulo de visión del ojo izquierdo y se mostrará una imagen detallada en la ventana grande PiP.

2D - Puede usar este modo si el visualizador no lleva gafas 3D.

Lado a Lado (SBS) - ¡Para un entusiasmo real de 3D! Seleccione de Izquierda/Derecha (LR) o Derecha/Izquierda (RL). Podrá utilizar estos modos para grabar imágenes ‘Lado a Lado’. El vídeo grabado podrá entonces retransmitirse usando un retransmisor estereoscópico, véase ‘Software recomendado para obtener lo mejor de la Minoru’, página 22.

El modo actual se indica en el icono de estado de la Minoru en la bandeja de sistema.



- Minoru trabajando en modo 3D



- Minoru trabajando en modo Imagen en Imagen (PiP)



- Minoru trabajando en modo 2D



- Minoru trabajando en modo ‘Lado a Lado’ (SBS)



- Minoru sin conectar al PC. Por favor comprobar que el conector USB de la Minoru está conectado en el PC.

3 - Opciones

Iniciar Minoru al iniciarse Windows. Si se marca esto, entonces la Configuración de Webcámara Minoru se inicia automáticamente al iniciarse Windows.

4 - Selección de Idioma

Seleccione el idioma que va a usarse para el programa de ayuda de configuración de la Minoru y la aplicación de grabación.

5 - Páginas Web de la Minoru

Haga clic para ir directamente a las Páginas Web de la Minoru 3D.

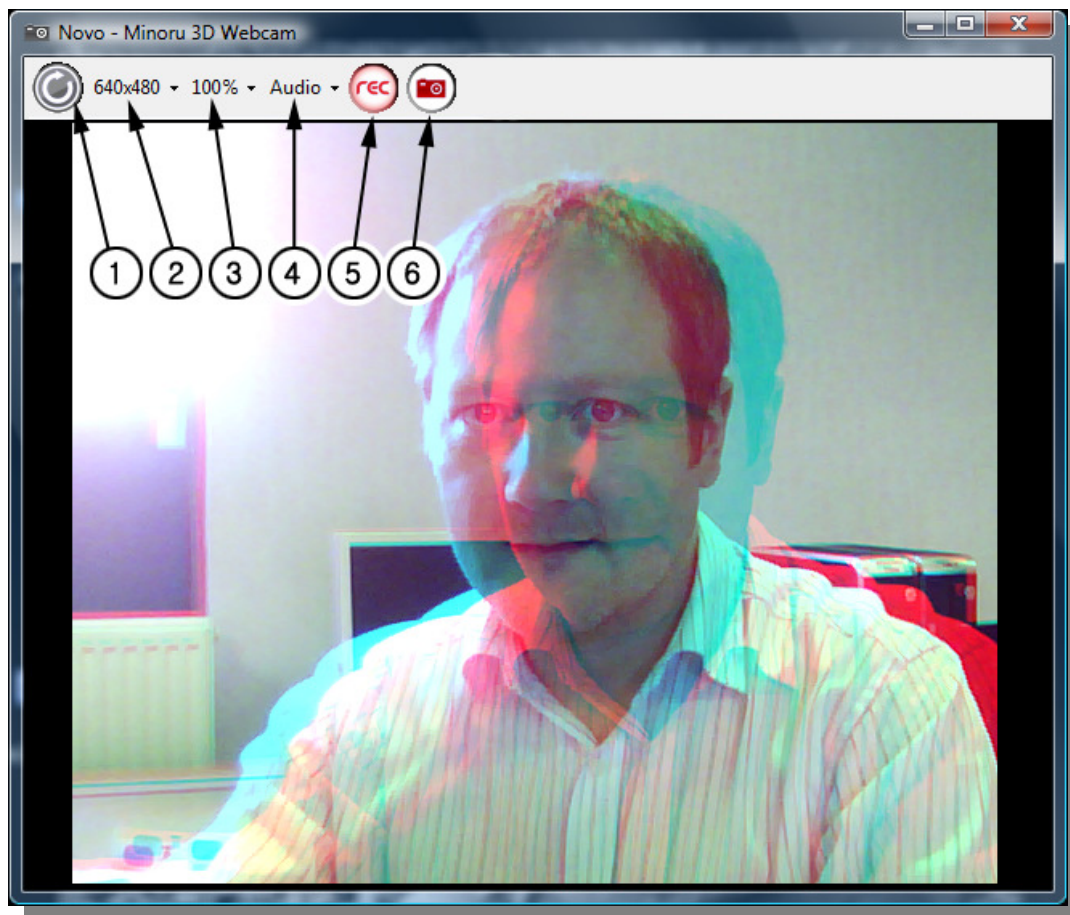
6 - Información

Se muestra la información de la versión de software Minoru. Por favor, tome nota del número de la versión para indicarlo en cualquier comunicación con el apoyo de cliente de la Minoru.

7 - Salida

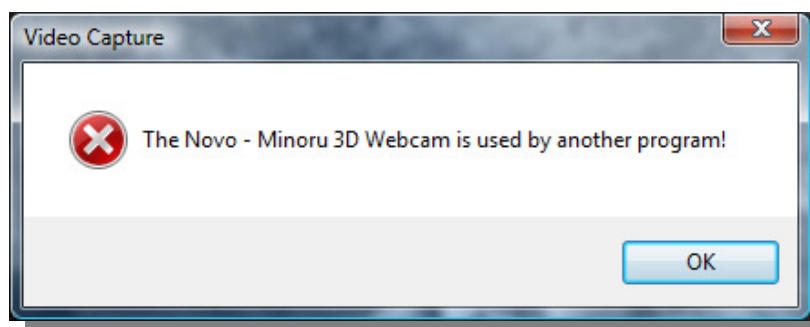
Haga clic para salir de la 'Configuración de Webcámara Minoru'. La Configuración de Webcámara podrá reiniciarse haciendo un doble clic en el icono de atajo de 'Configuración de Webcámara Minoru' en la pantalla.

Aplicación de grabación



1 - Reinicio de la Minoru

Cuando inicie la 'Captura de Vídeo Minoru' puede que vea el mensaje de información indicado abajo.



La Minoru está siendo usada probablemente por otra aplicación, tal como el software de mensajería, o por el 'Programa de Ayuda de Configuración de Minoru' en funcionamiento. Cierre la otra aplicación que está usando la Minoru o cuelgue la llamada de video mensaje, entonces haga clic en el botón de 'Reinicio de la Minoru'. La toma de la Minoru deberá aparecer entonces en la pantalla.

2 - Resolución

Seleccionar la resolución de la Minoru. Elegir de 320 x 240, 352 x 288, 640 x 480 ó 800 x 600 pixeles. La resolución elegida se usa para el vídeo grabado o la foto tomada.

3 - Modo de Pantalla

Seleccionar el modo de pantalla para el pre-visualizador de vídeo. Elegir de 100%, 200% o Pantalla completa. Cuando mire vídeo 3D en pantalla completa, es preferido estar a distancia del monitor, 6 pies (2 metros) es la distancia recomendada para ver.

4 - Selección de entrada audio

‘Novo - Minoru’s Ears’ se usa por configuración automática para la grabación de la banda sonora del archivo de vídeo. Usted puede seleccionar un dispositivo distinto de grabación, si prefiere usarlo, en vez de la configuración automática.

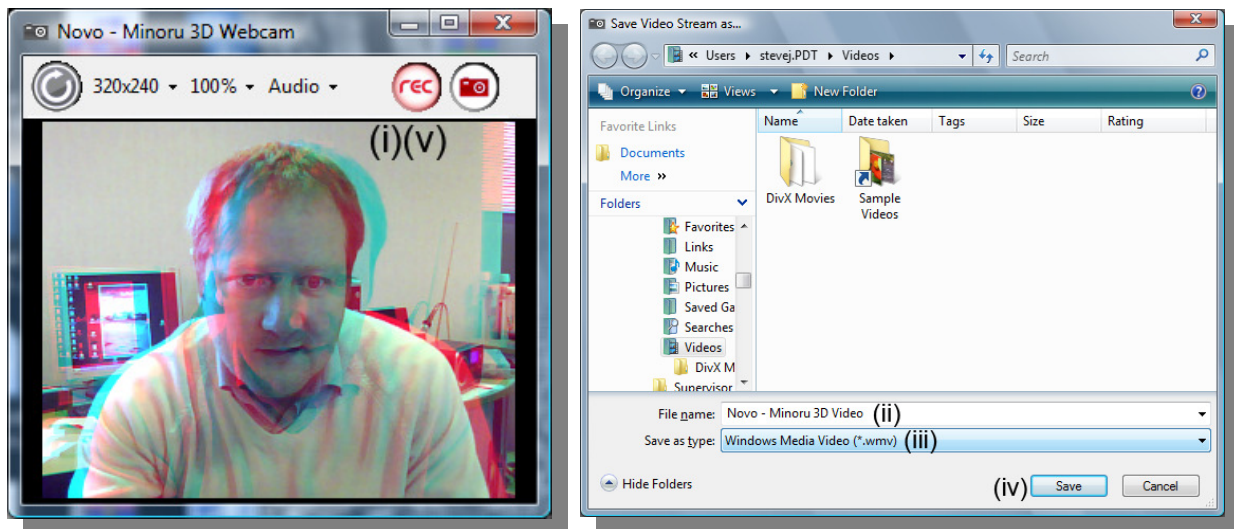
5 - Inicio/Paro de Grabación

Este botón se usa para grabar el vídeo; vea lo indicado abajo para aprender cómo grabar un vídeo.

6 - Toma de Foto

Este botón se usa para tomar una foto, vea las indicaciones abajo para aprender cómo tomar una foto y enviarla por email.

Cómo grabar y playback un vídeo 3D



Primero deberá seleccionar la resolución del vídeo. Después, deberá componer la imagen y hacer clic en el botón de ‘Comenzar a Grabar’ (i). Entonces se le pedirá que elija un nombre de archivo (ii) y que también elija el tipo de archivo (iii).

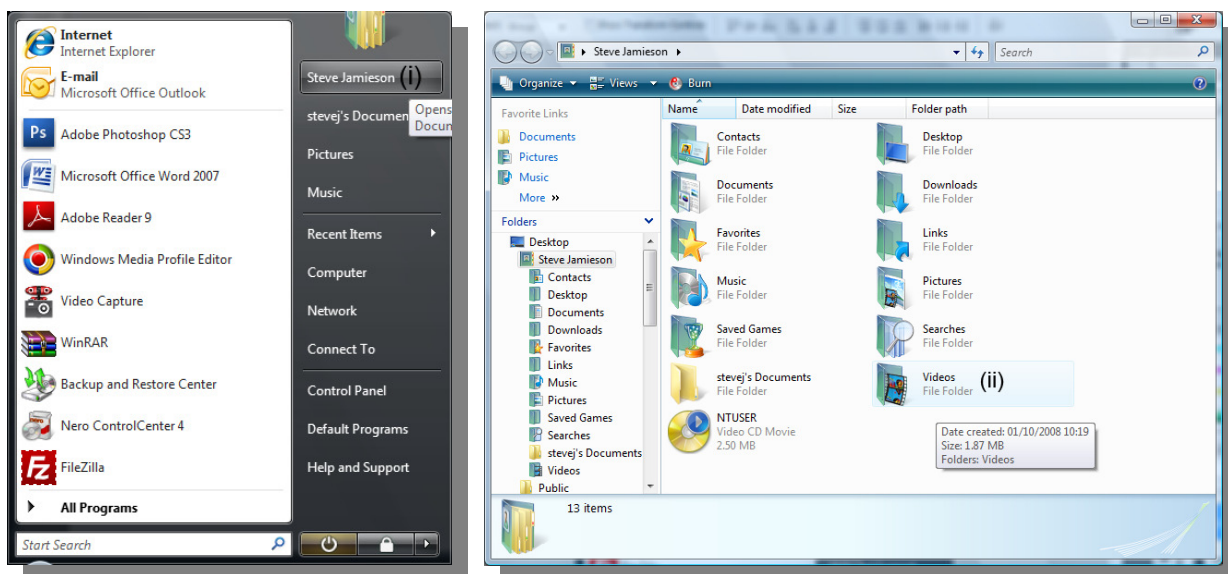
Los dos tipos de archivo disponibles son .asf y .avi

Elija **.asf** si desea un menor tamaño de archivo apropiado para poder descargar a YouTube y otras páginas web de redes sociales. El archivo tipo **.asf** se selecciona como configuración automática.

Elija **.avi** para grabar en la mejor calidad 3D. Estos archivos vídeo sin comprimir serán muy grandes y no serán adecuados para descargar. Estos archivos podrían agotar pronto su disco duro, por tanto, es preferible usar el tipo **.asf** en vez de éste, lo más posible.

Clic en ‘Salvar’ (iv) y comenzará la grabación vídeo. Para parar la grabación, haga clic en el botón de ‘Parar la Grabación’ (v).

Por configuración automática, los vídeos serán grabados en el directorio ‘Vídeos’ o ‘Mis Vídeos’ del disco duro.



Para playback del vídeo grabado, deberá hacer uno de lo siguiente:

En el sistema Vista, haga clic en Inicio..(Su nombre de usuario) (i), y entonces haga un doble clic en Vídeo (ii). Elija uno de los vídeos y haga un doble clic en él para playback.

En el sistema XP, haga clic en Inicio..Mis Documentos (i), y entonces haga un doble clic en Mis Vídeos (ii). Elija uno de los vídeos y haga un doble clic en él para playback.

Cómo tomar y enviar una foto por email

Primero deberá seleccionar la resolución de la foto. Después, deberá componer la imagen y hacer clic en el botón de 'Tomar una Foto'. La foto aparecerá inmediatamente en una ventana independiente y entonces usted tendrá la elección de (i) salvar o (ii) enviar la imagen por email.



Si decide salvar la imagen, entonces haga clic en el botón de 'Salvar Foto' (i). Podrá elegir salvar el; archivo en bitmap (.bmp), jpeg (.jpg), imagen marcada (.tiff) o gráficos de red portátil (.png). Para obtener la mejor calidad 3D deberá seleccionar .bmp o .tiff. También podrá elegir donde va a guardar la imagen antes de hacer clic en 'Salvar'.

Si elige enviar la imagen por email, entonces haga clic en el botón de 'E-mail la Foto' (ii). Se abrirá inmediatamente un nuevo email con la imagen adjunta en bitmap (.bmp) ya preparada para enviar. Solamente tiene que teclear la dirección de email del recipiente y hacer clic en enviar. La imagen será guardada automáticamente en su PC en la última selección de salvar.

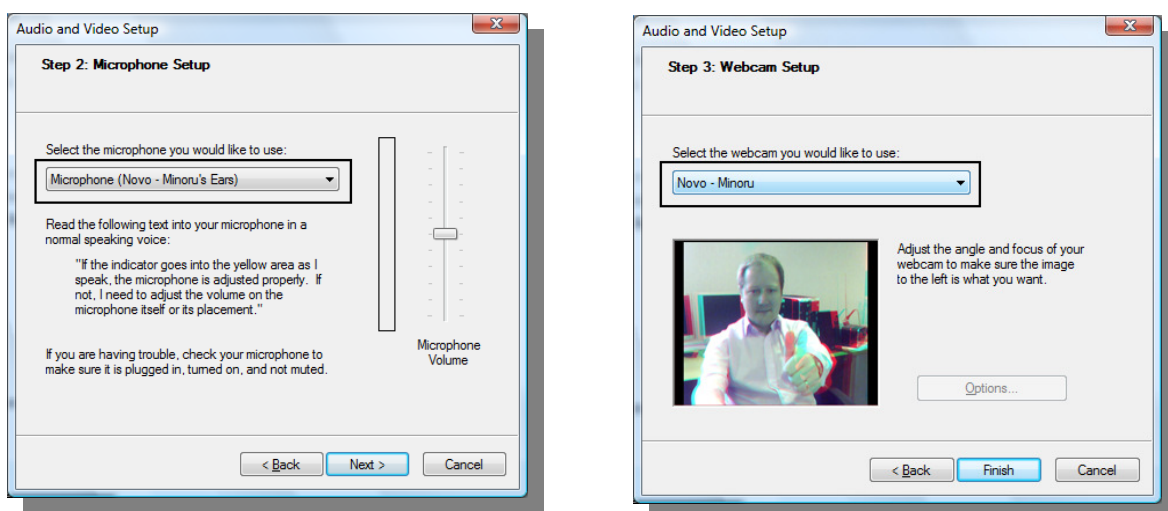
Uso de la Minoru con aplicaciones de mensajería populares

Windows Live Messenger

Abra Windows Live Messenger y desde el menú seleccione **Herramientas - Configuración Audio y vídeo...**

En el Paso 2: Configuración de Micrófono, seleccione **‘Novo - Minoru’s Ears’**

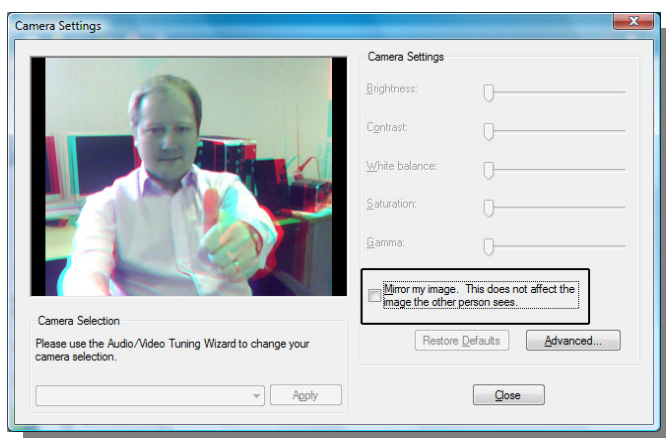
En el Paso 3: Configuración de Webcámara, seleccione **‘Minoru 3D Webcam’**



Desde el menú, seleccione **Herramientas - Configuración de Webcámara...**

Asegúrese de **no** marcar **‘Reflejar mi imagen’**.

Nota: Si se marca **‘Reflejar mi imagen’**, entonces no podrá ver bien en 3D en la ventana de pre-visualización de Mensajería.



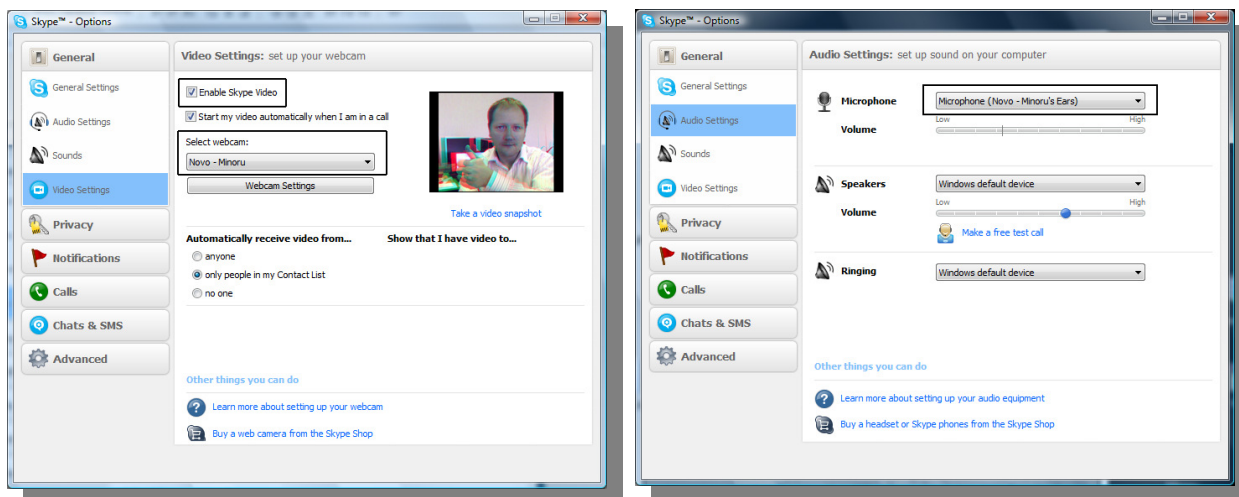
Para hacer una llamada vídeo, haga clic a la derecha en el contacto deseado de la lista de contactos, y entonces haga clic en **Vídeo - Iniciar una Llamada Vídeo**

Skype

Abra Skype y entonces haga clic en, **Herramientas - Opciones... - General - Configuración de Vídeo**. Asegúrese que **‘Activar Skype Vídeo’** está marcado.

De la lista resaltante de **‘Seleccionar webcámara:’**, seleccionar **‘Minoru 3D Webcam’**.

Ahora haga clic en **‘Configuración Audio’** y seleccione en la lista resaltante de **‘Micrófono’**, **‘Novo - Minoru’s Ears’**.



Para hacer una llamada vídeo, Haga un clic a la derecha en el contacto deseado de la lista de contactos, y entonces haga clic en **Iniciar Llamada - (Llamada Skype)**.

OoVoo

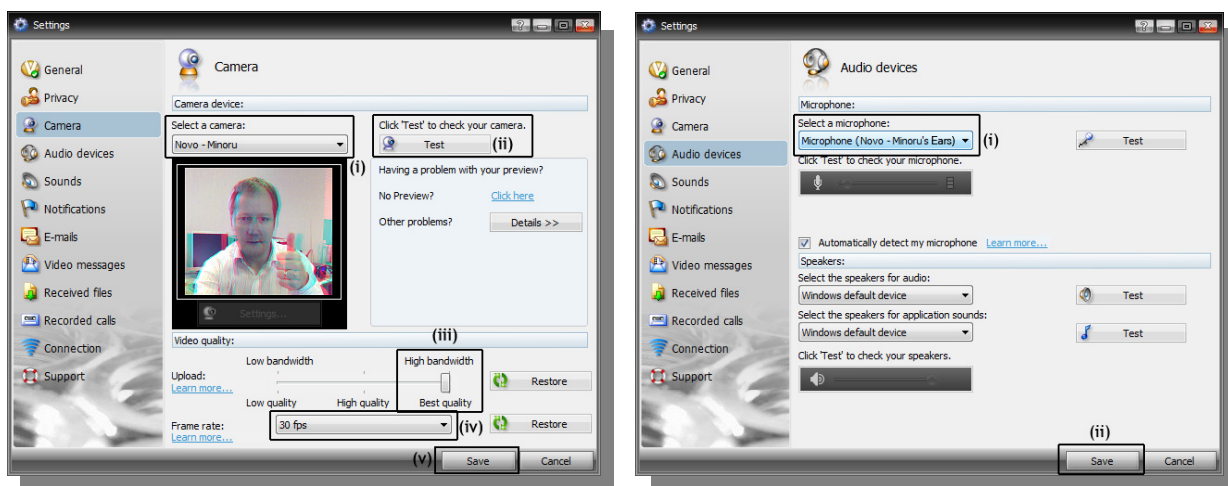
Abra OoVoo y entonces haga clic en, **Archivo - Configuración - Cámara**.

De la lista resaltante de ‘Seleccionar cámara:’ seleccione ‘**Minoru 3D Webcam**’. Haga clic en ‘**Prueba**’ y el vídeo de la webcámara deberá aparecer en la ventana de pre-visualización.

Para obtener la mejor calidad de vídeo, seleccione ‘**Alta Banda Ancha**’ y ‘**30 fps**’, y entonces haga clic en ‘**Salvar**’.

Después haga clic en, **Archivo - Configuración - Dispositivos Audio**.

De la lista resaltante de ‘Seleccionar micrófono:’, seleccione ‘**Novo Minoru’s Ears**’ y entonces haga clic en ‘**Salvar**’.



Para hacer una llamada vídeo, haga un clic a la derecha en el contacto deseado de la lista de contactos y entonces haga clic en **Iniciar Llamada Vídeo ooVoo**.

Software recomendado para obtener lo mejor de la Minoru

Videora

Convierte sus vídeos 3D para poder verlos en su iPod.

<http://www.videora.com/en-us/Converter/iPod/>

Windows Movie Maker

Edita sus vídeos 3D hechos con la Minoru. Puede añadir efectos especiales y transiciones. Nos gusta más el efecto de ‘Detección de Borde’, el cual ofrece una apariencia parecida a los dibujos animados a sus vídeos 3D.

Windows Movie Maker está incorporado gratis en algunas versiones de Windows. Puede iniciar Windows Movie Maker haciendo clic en; Inicio...Todos los Programas...Windows Movie Maker.

Retransmisor Esterostópico

¡Para los entusiasmados reales de 3D! Playback sus vídeos 3D en su monitor 3D o play back sus vídeos ‘Lado a Lado’ para verlos con las gafas 3D.

<http://www.3dtv.at/>

Investigación de Averías

Problema

- La imagen de la webcámara se congela o la webcámara no funciona en los modos de alta resolución 640 x 480 y 800 x 600.
- Cuando se conecta la Minoru en un portal USB delantero se ve un mensaje, 'No se conoce el dispositivo USB'.

Solución

- Conectar la Minoru en un portal USB trasero del PC. Los portales USB delanteros de algunos PCs no funcionan adecuadamente a la alta especificación requerida por la Minoru.
- Algunos PCs antiguos más lentos no pueden mostrar el vídeo lo suficientemente rápido cuando se usan los modos de alta resolución. Por favor use el modo 320 x 240 en vez de los otros.

Problema

- La Minoru no funciona con Yahoo Messenger

Solución

- Yahoo Messenger usa una antigua tecnología vídeo y la Minoru no es compatible con esto.

Para más ayuda por favor visite www.minoru3d.com

Especificaciones

USB 2.0 de Alta Velocidad para Webcámara 3D

2 x VGA 640x480 CMOS sensor

2 x lentes de ángulo ancho de alta calidad

Micrófono USB incorporado

Imagen de 800 x 600, 640 x 480, 352 x 288 y 320 x 240 pixeles, hasta 30 fps

Imagen - Anaglifo 3D optimizado (rojo/cian), Imagen en Imagen (PiP) y 2D estándar

Pedestal Multi-posición

Compatible con Microsoft Windows XP y Microsoft Windows Vista

Declaración de Cumplimiento CE



Este producto ha estado sujeto a los requerimientos de pruebas necesarios para obtener la marca CE, y ha sido aprobado para poder llevar la marca del estándar CE,

EN 55022:2006 + A1:2007

EN 55024:1998 + A1:2001, + A2:2003

La vigencia de la marca CE está restringida a aquellos países donde puede ser legalmente impuesta.

Declaración FCC



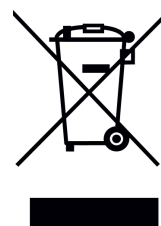
Este dispositivo cumple la Parte 15 de las reglas FCC. Su operación está sujeta a las dos condiciones siguientes: (1) que este dispositivo no cause interferencias ofensivas, y (2) que este dispositivo deba poder aceptar cualquier interferencia recibida, incluyendo interferencias que puedan causar una operación indeseada.

Instrucciones de desecho de producto (Unión Europea)

El símbolo mostrado aquí y en el producto significa que el producto está clasificado como Equipo Eléctrico o Electrónico y no deberá tirarse con la basura de casa o basura comercial al final de su vida útil.

La Directiva de Desechos de Equipo Eléctrico o Electrónico(WEEE) (2002/96/CE) ha sido introducida para reciclar los productos usando las mejores técnicas de recuperación y reciclaje y minimizar el impacto medio ambiental, tratar cualquier sustancia peligrosa y evitar aumentar el relleno de terrenos.

Cuando no tenga más uso para este producto, por favor deséchelo usando los procesos de reciclaje indicados por su autoridad local. Para más información, por favor contacte a su autoridad local o al comercio minorista donde adquirió este producto.



Todas las marcas registradas son propiedad de sus dueños respectivos.